

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

СЫКТЫВКАРСКИЙ ЛЕСНОЙ ИНСТИТУТ (ФИЛИАЛ)  
ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО БЮДЖЕТНОГО  
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ЛЕСОТЕХНИЧЕСКИЙ  
УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ С.М. КИРОВА» (СЛИ)



*Посвящается 65-летию  
высшего лесного образования  
в Республике Коми*

## ФЕВРАЛЬСКИЕ ЧТЕНИЯ

Научно-практическая конференция  
профессорско-преподавательского состава Сыктывкарского лесного института  
по итогам научно-исследовательской работы в 2016 году

Сыктывкар, Сыктывкарский лесной институт,  
20—28 февраля 2017 г.

## СБОРНИК МАТЕРИАЛОВ

*Научное электронное издание*

Сыктывкар 2017

УДК 001:630

ББК 72

Ф31

Издается по решению оргкомитета конференции. Утверждено редакционно-издательским советом Сыктывкарского лесного института.

### РЕДАКЦИОННЫЙ КОМИТЕТ

главный редактор: **Л. А. Гурьева**, директор СЛИ, кандидат юридических наук, доцент;  
ответственный редактор: **Е. В. Хохлова**, начальник отдела обеспечения образовательной, научной и инновационной деятельности, кандидат психологических наук, доцент

#### Редакционная коллегия (руководители научных школ):

«Социально-экономические и общественные науки»: **Н. М. Большаков**, доктор экономических наук, профессор; **В. В. Жиделева**, доктор экономических наук, профессор;  
«Технические науки»: **Ф. Ф. Асадуллин**, доктор физико-математических наук, доцент;  
**В. А. Дёмин**, доктор химических наук; **С. М. Полещиков**, доктор физико-математических наук, профессор;  
«Сельскохозяйственные науки»: **В. В. Пахучий**, доктор сельскохозяйственных наук, профессор; **Е. В. Юркина**, доктор биологических наук, доцент

Февральские чтения 2017 года прошли под знаком 65-летия высшего лесного образования в Республике Коми. Это серьезный возраст для вуза — испытание жизнью и временем. Сегодня Лесной институт — это научная инновационная площадка, которая объединяет и образовательные, и научные организации, заставляя двигаться в унисон, обеспечивая научное сопровождение лесного сектора экономики Республики Коми и поддерживая инновационное развитие региона в целом.

Приоритетным направлением СЛИ является модернизация научно-исследовательского процесса и инновационной деятельности, связанная с функционированием на базе СЛИ Лесного инновационного хаба — площадки для трансферта инновационных идей и технологий в лесную отрасль региона, а также внедрения инновационной и научной составляющей в учебный процесс.

Февральские чтения — итоговое научное мероприятие. Именно в это время профессорско-преподавательский состав института подводит итоги своей научно-исследовательской деятельности, обобщает возможности реализации идей, ставит новые цели и задачи. Ежегодно в этом научном форуме принимают участие преподаватели, аспиранты, магистранты и студенты, ведущие свои исследования по приоритетным направлениям науки и техники, а также ученые Коми научного центра УрО РАН и сотрудники предприятий и организаций лесного сектора экономики. Традиционным стало и участие преподавателей средних профессиональных образовательных учреждений — участников Лесного образовательного кластера Республики Коми.

Материалы сборника будут интересны преподавателям, научным сотрудникам, студентам, магистрантам и аспирантам, а также широкому кругу читателей.

Сборник не рецензируемый. Статьи опубликованы в редакции авторов с незначительными техническими правками.

Темплан 2017/18 учеб. г. Изд. № 386.

В подготовке сборника принимали участие отделы: ООНИИД (начальник *Е. В. Хохлова*), информационного обеспечения (начальник *Н. А. Бушманов*, программист 1 категории *М. В. Лодыгин*), а также библиотека (вед. редактор *С. В. Сердитова*).

*Научное электронное издание*

Сыктывкарский лесной институт (филиал) федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Санкт-Петербургский государственный лесотехнический университет имени С. М. Кирова» (СЛИ), 167982, г. Сыктывкар, ул. Ленина, 39, institut@sfi.komi.com, www.sli.komi.com

Минимальные системные требования: процессор Pentium или эквивалентный с тактовой частотой 1,3 Ghz; операционные системы Microsoft Windows 95/98/Me/NT 4.0 (SP 5 или 6)/2000/XP/2003/Vista/7, Linux; 128 Mb оперативной памяти; 335 Mb свободного дискового пространства; наличие установленной программы для чтения pdf файлов.

Регистр. номер в ФГУП «Информрегистр» 032170332

© Составление. СЛИ, 2017

## СОДЕРЖАНИЕ

ПРЕДИСЛОВИЕ .....	4
АВТОРСКИЙ УКАЗАТЕЛЬ .....	7
АННОТАЦИИ .....	10
СТАТЬИ.....	23
Секция «Агроинженерия, электроэнергетика» .....	23
Секция «Актуальные проблемы заготовки и переработки древесины на предприятиях лесного комплекса» .....	57
Секция «Архитектура и строительство» .....	77
Секция «Бухгалтерский учет, анализ и налогообложение» .....	101
Секция «Гуманитарные и социальные направления» .....	111
Секция «Информационные технологии в инженерном образовании» .....	150
Секция «Ландшафтная архитектура, землеустройство и кадастры» .....	168
Секция «Математика».....	211
Секция «Мониторинг защитных и эксплуатационных лесов на основе современных технологий» .....	213
Секция «Промышленная теплоэнергетика» .....	239
Секция «Транспортные машины и оборудование».....	277
Секция «Физика и автоматизация технологических процессов и производств».....	301
Секция «Химия и химические технологии» .....	320
Секция «Экологические проблемы промышленных предприятий Республики Коми».....	341
Круглый стол «Проблемы взаимодействия вуза с работодателями при переходе к дуальному образованию» .....	374

## ПРЕДИСЛОВИЕ

20—22 февраля 2017 г. в Сыктывкарском лесном институте состоялись ежегодные февральские чтения, посвященные 65-летию высшего лесного образования в Республике Коми. Эти Февральские чтения прошли под эгидой Года экологии и в рамках 10-летия принятия Лесного кодекса Российской Федерации.

Февральские чтения — это традиционное научное мероприятие. Именно в это время профессорско-преподавательский состав института подводит итоги своей научно-исследовательской деятельности, обобщает возможности реализации идей, ставит новые цели и задачи. Это праздник для самых активных и творческих натур — ученых, преподавателей и студентов.

Приятно отметить, что расширился коллектив участников научно-практической конференции. Это преподаватели, аспиранты и магистранты Воронежского государственного университета инженерных технологий, Санкт-Петербургского национального исследовательского университета информационных технологий, механики и оптики, Военного университета Министерства обороны РФ, Ярославского государственного университет им. П. Г. Демидова, Санкт-Петербургского юридического института «Академия Генеральной прокуратуры Российской Федерации», Коми республиканской академии государственной службы и управления.

Наряду с преподавателями высших учебных заведений научный поиск осуществляют и преподаватели средних профессиональных образовательных учреждений: Сыктывкарского целлюлозно-бумажного техникума, Печорского промышленно-экономического техникума и Сыктывкарского автомеханического техникума — участников Лесного образовательного кластера.

Традиционным стало и участие научных сотрудников Коми НЦ УрО РАН и ФГБНУ НИИСХ Республики Коми. Следует отметить и участие наших деловых партнеров — специалистов-практиков Коми регионального некоммерческого фонда «Серебряная тайга», ООО «Леспромсервис», ГБУ РК «Территориальный фонд информации по природным ресурсам и охране окружающей среды Республики Коми».

Пленарное заседание по традиции открыла *Гурьева Любовь Александровна* — директор СЛИ. В ходе пленарного заседания конференции с приветственным словом выступили: *Жиделева Валентина Васильевна*, заместитель председателя Государственного совета Республики Коми, руководитель научной школы «Социально-экономические и общественные науки»; *Шевелёв Сергей Витальевич*, заместитель министра промышленности, природных ресурсов, энергетики и транспорта Республики Коми — начальник Управления лесного хозяйства; *Рудой Владислав Петрович*, вице-президент-исполнительный директор Регионального объединения работодателей Союз промышленников и предпринимателей Республики Коми, *Паутов Юрий Анатольевич*, директор Коми регионального некоммерческого фонда «Серебряная тайга».

Перед началом пленарного заседания состоялась презентация выставки «Лесное образование на благо России», где были представлены научные достижения ученых: монографии, авторефераты диссертаций, учебники и научные



статьи по трем основным научным школам: технические науки, сельскохозяйственные и социально-экономические и общественные науки.

С пленарными докладами выступили *Шишелов Максим Александрович*, кандидат экономических наук, старший преподаватель кафедры «Менеджмент и маркетинг», младший научный сотрудник лаборатории «Проблемы территориального развития» Института социально-экономических и энергетических проблем Севера Коми научного центра УрО РАН («Подходы к оценке развития лесного сектора в контексте зеленой экономики»), *Паутов Юрий Анатольевич*, директор Коми регионального некоммерческого фонда «Серебряная тайга», кандидат сельскохозяйственных наук («Лесной кодекс РФ 2006 года — 10 лет упущенных возможностей»), *Ладанов Александр Васильевич*, старший преподаватель кафедры «Технологические, транспортные машины и оборудование». («Пути повышения внебюджетных доходов СЛИ за счет образовательной и научной деятельности»).

Результаты представленных научных исследований отличаются актуальностью, новизной, практической и теоретической значимостью как для института, так и для многоотраслевого лесного сектора экономики республики.

В рамках конференции работали секции по направлениям:

- 1) «Агроинженерия, электроэнергетика»;
- 2) «Актуальные проблемы заготовки и переработки древесины на предприятиях лесного комплекса»;
- 3) «Архитектура и строительство»;
- 4) «Бухгалтерский учет, анализ и налогообложение»;
- 5) «Гуманитарные и социальные направления»;
- 6) «Информационные технологии в инженерном образовании»;
- 7) «Ландшафтная архитектура, землеустройство и кадастры»;
- 8) «Математика»;
- 9) «Методика преподавания иностранного языка»;
- 10) «Мониторинг защитных и эксплуатационных лесов на основе современных технологий»;
- 11) «Промышленная теплоэнергетика»;
- 12) «Транспортные машины и оборудование»;
- 13) «Физика и автоматизация технологических процессов и производств»;
- 14) «Химия и химические технологии»;
- 15) «Экологические проблемы промышленных предприятий Республики Коми».

Всего на 15 секциях было заслушано около 150 докладов. Традиционно лучшие доклады отмечены в различных номинациях в рамках секционных заседаний. Особо следует отметить, активное участие в работе конференции аспирантов, магистрантов и молодых ученых и специалистов института.

Для студентов в дни конференции кафедрой экономики отраслевых производств была проведена экономическая викторина «ЗНАТОКИ ЭКОНОМИКИ», которая посвящалась 125-летию со дня рождения Николая Дмитриевича Кондратьева — видного русского ученого-экономиста.

Участники конференции обсудили и проблемы взаимодействия вуза с работодателями при переходе к дуальному образованию в рамках работы круглого стола, организованного кафедрами «Менеджмент и маркетинг» и «Экономика отраслевых производств».

Конференция вызвала положительный резонанс у всех участников и организаторов мероприятия.

Подводя итоги работы, участники февральских чтений отмечают:

1. Значимость научных исследований растет, приобретает характер инновационного развития. И в этом направлении нам необходимо:

– продолжать научные исследования в рамках научных школ и направлений по научной теме института «Разработка научных основ и практических рекомендаций по переводу лесосырьевой базы Республики Коми на инновационную интенсивную модель расширенного воспроизводства»;

– усилить методологическую часть исследований в изучении актуальности вопроса и в правильности выбора методов научного поиска;

– активно изучать труды зарубежных и отечественных ученых и умело использовать их наработки в теоретических и практических исследованиях;

– расширять практику межкафедрального взаимодействия согласно разработанным научным концепциям.

2. Вовлекать к выполнению научных исследований студентов, магистрантов и аспирантов института.

3. Привлекать к научным исследованиям, соучастию научными исследованиями зарубежных ученых из вузов — партнеров СЛИ.

4. Расширить практику публикационной активности преподавателей из образовательных организаций ЛОК.

5. Внедрять новые (интерактивные) формы при организации научной конференции для формирования у студентов и магистрантов познавательного интереса и научной активности.

6. Поощрять творческую и самостоятельную деятельность молодых исследователей при решении научных задач.

7. Активно использовать материалы научно-практической конференции в научно-образовательном процессе института.

8. По итогам работы издать сборник конференции и разместить его в системе РИНЦ.

*Оргкомитет конференции.*

## АВТОРСКИЙ УКАЗАТЕЛЬ

Аверина К. Н.  
Андронов А. В.  
Андронов И. Н.  
Асадуллин Ф. Ф. (1, 2)  
**Б**ольшаков Н. М. (1, 2)  
Булатова Н. В.  
Бурцева Ю. В.  
Бушманов Н. А.  
Бушуев С. К.  
**В**айс К. Е. (1, 2)  
Вакушкина Н. Г.  
Вейбле А. Г.  
Власов А. В.  
Власов В. С.  
Вокуева А. В.  
Выдрина В. А.  
**Г**ананпольский С. Г.  
Гаулика В. И.  
**Д**ёмин В. А. (1, 2, 3)  
Дёмина М. Ю.  
Дуркина И. В.  
Дуркина Н. В.  
**Е**встафьев Н. Г. (1, 2, 3)  
Енц Г. П. (1, 2)  
Еремеева Л. Э. (1, 2)  
Ефремова Т. М.  
**З**еновский Е. В.  
**И**ваницкая И. И.  
Илларионов В. А. (1, 2)  
Ипатова Е. У.  
Исаков К. А.  
**К**закова Е. Г.  
Князьков Е. С.  
Комова Ю. В.  
Коньк О. А. (1, 2)  
Кормилицына Я. М.  
Королёв В. В. (1, 2, 3)  
Косолапова Т. В.  
Котов Л. Н.  
Котова О. Б.

Кочева Л. С.  
Кочергин С. М.  
**Л**евина И. В.  
Леканова Е. Е.  
Леканова Т. Л.  
Лобанов А. Ю.  
**М**ачурова Н. Н.  
Миронов М. В.  
Молчанова А. А.  
Мусихин П. В. (1, 2)  
Мухрыгин К. С.  
**Н**екрасова И. В.  
**П**аршина Е. И.  
Пахучая Л. М. (1, 2)  
Пахучий В. В.  
Плешев Д. А.  
Полещиков С. М. (1, 2)  
Полина И. Н. (1, 2)  
Полохова М. В.  
Полугрудова Л. С.  
Порошкин А. А.  
Потапов А. В. (1, 2, 3)  
Потапова Е. С.  
Пушко Т. Г.  
**Р**егорчук Н. В.  
Рогожин П. М.  
Романов Г. Г. (1, 2)  
**С**амородницкий А. А.  
Свойкин В. Ф.  
Сельков Д. В.  
Сивков Е. Н. (1, 2)  
Скроцкая О. В.  
Скрыпников А. В. (1, 2)  
Слабиков В. С. (1, 2)  
Сластихин И. А.  
Смирнова А. Н.  
Соловьев П. В.  
Сундуков Е. Ю.  
**Т**имонина Н. Н.  
Тулинов А. Г. (1, 2)  
Турьев А. В.  
**У**ляшова Н. Г.

Устюгов В. А.

**Ф**едосова О. Р.

Фирсов А. И.

Фокина О. Э.

**Х**арламов С. В.

Хохлова Е. В.

**Ч**еботарев Н. Т.

Чернышова Е. В. (1, 2)

Чукреев Ю. Я.

Чупров В. Т. (1, 2)

**Ш**ишелов М. А.

Шкурлей Н. И.

Шлык М. Ю.

Шушков Д. А.

**Ю**дин А. А.

Юркина Е. В.

## АННОТАЦИИ

### СЕКЦИЯ «АГРОИНЖЕНЕРИЯ, ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКА»

#### **Булатова Н. В., Регорчук Н. В. ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ УДОБРЕНИЙ ПРИ ВЫРАЩИВАНИИ МНОГОЛЕТНИХ ТРАВ**

Установлено положительное влияние длительного последствия доломитовой муки (32 года) и применения минеральных удобрений на плодородие дерново-подзолистой почвы. Комплексное применение средств химизации способствовало повышению урожайности клеверотимофеечной смеси до 5,4—5,8 т/га сухой массы, коэффициент энергетической эффективности составил 2,6.

#### **Косолапова Т. В. БИОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ СОРТОВ НИЗОВЫХ ЗЛАКОВЫХ ТРАВ РЕСПУБЛИКИ КОМИ**

В статье представлены сорта низовых злаковых трав, пригодных для возделывания в условиях таежной зоны и Крайнего Северо-Востока европейской части России.

#### **Лобанов А. Ю. ИССЛЕДОВАНИЯ ПЕКТИНОВЫХ ПОЛИСАХАРИДОВ НА УРОЖАЙНОСТЬ ПОЙМЕННЫХ ЛУГОВ**

В статье приводятся результаты исследования по изучению влияния пектиновых полисахаридов на урожайность пойменных лугов.

#### **Тулинов А. Г. СХЕМЫ ВЫРАЩИВАНИЯ КАРТОФЕЛЯ ВЫСОКИХ РЕПРОДУКЦИЙ В ЭЛИТХОЗАХ РЕСПУБЛИКИ КОМИ**

В статье представлены пятигодичная и шестигодичная схемы выращивания элитного картофеля, которые могут быть реализованы в элитхозах Республики Коми, рассмотрены методики и технологии получения сортов высоких репродукций.

#### **Чеботарев Н. Т. ЭФФЕКТИВНОСТЬ КОМПЛЕКСНОГО ПРИМЕНЕНИЯ УДОБРЕНИЙ КУЛЬТУР КОРМОВОГО СЕВООБОРОТА В УСЛОВИЯХ ЕВРОСЕВЕРО-ВОСТОКА**

В настоящей работе представлены результаты научных исследований по влиянию различных систем удобрений на изменение агрохимических показателей дерново-подзолистой почвы, а также урожайность культур кормового севооборота.

#### **Чукреев Ю. Я. ПЛАНОВЫЕ РЕМОНТЫ СИСТЕМООБРАЗУЮЩИХ СВЯЗЕЙ И ИХ ВЛИЯНИЕ НА БАЛАНСОВУЮ НАДЕЖНОСТЬ ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ**

Для гипотетической схемы электроэнергетической системы проведено сравнение результатов показателей балансовой надежности, полученных на основе применения для формирования случайных состояний методов статистического моделирования и их полного перебора, с учетом и без учета плановых ремонтов и аварийности системообразующих связей.

#### **Шлык М. Ю., Тулинов А. Г. ВЛИЯНИЕ СПЕКТРА СВЕТОДИОДНЫХ ЛАМП НА РОСТ И РАЗВИТИЕ СВЕТОКУЛЬТУРЫ В ЗАКРЫТОМ ПОМЕЩЕНИИ**

За счет внедрения в производство светодиодов различного спектра света, конвейерных технологий и современных средства автоматизации сельскохозяйственная

продукция будет обладать низкой себестоимостью. Производство будет полностью независимо от природно-климатических факторов, что является важным сдерживающим условием при производстве продукции в традиционном сельском хозяйстве Республики Коми.

#### **Юдин А. А., Комова Ю. В. АНАЛИЗ И ОСОБЕННОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ МЕХАНИЗМОВ ПРИВЛЕЧЕНИЯ ИНВЕСТИЦИЙ В АПК РЕСПУБЛИКИ КОМИ**

Сельское хозяйство Республики Коми является весьма контрастным. Оно территориально различается: по уровню технологического развития, объемам производства и готовности к инновациям. При этом введение инноваций в сферу АПК является важнейшим условием его развития. Основными факторами, препятствующими реализации механизмов привлечения инвестиций в АПК, являются неразвитость транспортной и энергетической инфраструктуры в регионе, а также недостаток собственных средств для инвестирования у предприятий-заказчиков. Кроме того, население в периферийных районах, зачастую, не заинтересовано во введении инноваций в сельское хозяйство, поскольку производство здесь находится на недостаточном для местного населения уровне. Экономическая эффективность предложенных мер заключается в оптимизации государственного регулирования направлений и интенсивности инновационных процессов в сельском хозяйстве республики на основе территориально-ориентированного подхода, а также применения новых организационных инструментов такого регулирования.

#### **СЕКЦИЯ «АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ ЗАГОТОВКИ И ПЕРЕРАБОТКИ ДРЕВЕСИНЫ НА ПРЕДПРИЯТИЯХ ЛЕСНОГО КОМПЛЕКСА»**

#### **Власов А. В. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЖЕСТКОСТИ ДИСКОВЫХ ДЕРЕВОРЕЖУЩИХ ПИЛ**

Жесткость полотна пилы является одним из критериев качества работы пилы. В статье рассматриваются аналитический и численный методы определения жесткости полотна круглой пилы. Рассчитаны численные значения жесткости. Сделан вывод о целесообразности применения численного метода для расчета жесткости пил с компенсационными прорезями.

#### **Гананольский С. Г. МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА АБРАЗИВНОГО ИЗНОСА ПРИ ЗАТОЧКЕ ДЕРЕВОРЕЖУЩЕГО ИНСТРУМЕНТА**

В статье приведены результаты математического моделирования процесса абразивного износа с учетом виброактивности пары трения для применения полученных результатов в исследованиях процессов заточки дереворежущего инструмента с высоким качеством.

#### **Евстафьев Н. Г., Королёв В. В., Потапов А. В. ИМИТАЦИОННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ВЕДОМОСТЕЙ РЕЛАСКОПИЧЕСКИХ ПЛОЩАДОК ПРИ ТАКСАЦИИ ЛЕСОСЕК**

Предложена процедура имитационного моделирования ведомостей реласкопических площадок с учетом материалов лесотаксационного описания, используемых для определения планируемого объема заготавливаемой древесины на лесосеке. Для демонстрации процедуры численные расчеты проведены в программной среде MATLAB.

## **СЕКЦИЯ «АРХИТЕКТУРА И СТРОИТЕЛЬСТВО»**

### **Сивков Е. Н., Скрыпников А. В., Чернышова Е. В. АНАЛИЗ МЕТОДОВ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ЛЕСОВОЗНЫХ ДОРОГ И ОБЕСПЕЧЕНИЯ ТРАНСПОРТНО-ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ ХАРАКТЕРИСТИК В ПРОЦЕССЕ ИХ ЭКСПЛУАТАЦИИ**

Активное использование лесовозных транспортных путей связано с увеличением разноплановости перевозок различными видами транспорта. Применение различных подходов к определению параметров лесовозных дорог связано с различными факторами эксплуатации дорог в современных условиях транспортного потока.

### **Скрыпников А. В., Чернышова Е. В. АНАЛИЗ ВЛИЯНИЯ ПОГОДНО-КЛИМАТИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ НА СИСТЕМЫ КОМПЛЕКСА «ВОДИТЕЛЬ — АВТОМОБИЛЬ — ДОРОГА — СРЕДА» И ВЛИЯНИЕ ХАРАКТЕРНЫХ ПЕРИОДОВ ПО УСЛОВИЯМ ДВИЖЕНИЯ**

С позиции системного анализа рассматривается функционирование лесовозной автомобильно-дорожной системы, которое представляет собой сложный многомерный процесс, непрерывно изменяющийся во времени и пространстве.

### **Слабиков В. С., Илларионов В. А., Вайс К. Е. ВЛИЯНИЕ ПРИРОДНО-КЛИМАТИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ СЕВЕРА НА СТРОИТЕЛЬСТВО ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ И АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ**

Проведено исследование природно-климатических условий Севера с учетом организации строительства на этих территориях зданий, сооружений и автомобильных дорог. На конкретных примерах проведены расчеты сезонного протаивания и промерзания грунтов в районах г. Воркуты и г. Сыктывкара, которые могут быть использованы для назначения глубины заложения и выбора типа фундаментов зданий и сооружений, а также разработки мероприятий, исключающих возможность появления недопустимых деформаций оснований и фундаментов, земляного полотна и покрытия автомобильных дорог.

### **Слабиков В. С., Илларионов В. А., Вайс К. Е. ОЦЕНКА КАЧЕСТВА СТРОИТЕЛЬСТВА АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ**

Рассмотрено состояние качества строительства и методы его оценки, в том числе и при строительстве автомобильных дорог. Произведен анализ рекомендуемых подходов при оценке качества строительства автомобильных дорог. Определены основные направления по совершенствованию оценки качества строительства, содержания и ремонта автомобильных дорог.

## **СЕКЦИЯ «БУХГАЛТЕРСКИЙ УЧЕТ, АНАЛИЗ И НАЛОГООБЛОЖЕНИЕ»**

### **Енц Г. П. РИСК-ОРИЕНТИРОВАННОЕ ПЛАНИРОВАНИЕ КОНТРОЛЯ**

Определены актуальность, недостатки и преимущества риск-ориентированного планирования контроля, возможность его применения на примерах УФК, материалов ФНС, Контрольно-счетной палаты Республики Коми.



**Енц Г. П., Потапова Е. С. ВОЗМОЖНОСТИ РЕГУЛИРОВАНИЯ ТЕРРИТОРИАЛЬНОГО РАЗВИТИЯ НА ОСНОВЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ НАЛОГОВОГО ПОТЕНЦИАЛА (НА ПРИМЕРЕ РЕСПУБЛИКИ КОМИ)**

Определена возможность регулирования экономического развития с использованием налогового потенциала, возможность его применения на примере Республики Коми.

**СЕКЦИЯ «ГУМАНИТАРНЫЕ И СОЦИАЛЬНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ»**

**Большаков Н. М. ИНТЕГРАЦИЯ ДЕЛОВЫХ И ОБЩЕСТВЕННЫХ ИНТЕРЕСОВ — ПУТЬ РАЗВИТИЯ АРКТИКИ**

В статье предлагается по-новому подойти к проблеме взаимоотношений бизнеса и общества. С точки зрения бизнес-стратегии, корпоративно-общественная интеграция может стать источником небывалого социального прогресса, так как бизнес вкладывает огромные ресурсы, ноу-хау и аналитические данные в те виды деятельности, которые приносят пользу обществу.

**Бурцева Ю. В., Зеновский Е. В. ВНЕДРЕНИЕ ЗАНЯТИЙ ФИЗИЧЕСКОЙ КУЛЬТУРОЙ ПО ВЫБОРУ ВИДОВ СПОРТА В СЫКТЫВКАРСКОМ ЛЕСНОМ ИНСТИТУТЕ В 2016/17 УЧЕБНОМ ГОДУ**

Опираясь на исследование мотивации студентов к здоровому образу жизни, в Сыктывкарском лесном институте для повышения интереса к физической культуре были внедрены занятия с выбором видов спорта

**Леканова Е. Е., Хохлова Е. В. САМОЗАЩИТА И МЕРЫ ЗАЩИТЫ ЛИЧНОСТИ (НА ПРИМЕРЕ ИМЕНИ ЛИЧНОСТИ)**

На примере имени личности рассмотрен механизм законодательного обеспечения мер правовой защиты.

**Мачурова Н. Н. РОЛИ ОТЦА И МАТЕРИ В СЕМЬЕ**

В статье приводятся данные, говорящие о традиционном восприятии семьи женщинами и мужчинами, их отношения к ролям отца и матери в семье.

**Полохова М. В. МЕЖКУЛЬТУРНАЯ ПАРАДИГМА ОБРАЗОВАНИЯ**

В статье рассматриваются вопросы необходимости перехода к новой межкультурной парадигме при обучении иностранным языкам; указаны основные ее достоинства и пути формирования.

**Фирсов А. И. САМОКОНТРОЛЬ ПРИ ЗАНЯТИЯХ ФИЗИЧЕСКОЙ КУЛЬТУРОЙ И СПОРТОМ**

Основная цель данной публикации заключается в том, чтобы показать, как проводить самоконтроль при занятиях физической культуры и спортом. Тесты позволяют более точно оценить физическое состояние, правильно подобрать или скорректировать нагрузку, и тем самым избежать травм и перетренированности. Таким образом, можно сказать, что контроль, как врачебный, так и индивидуальный, необходим для наибольшей эффективности занятий физической культурой, а также достижения высоких спортивных результатов.

## **Харламов С. В. РОЛЬ ФИЗИЧЕСКОЙ КУЛЬТУРЫ В ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ПОДГОТОВКЕ СТУДЕНТА**

В статье рассмотрены вопросы влияния физической культуры на состояние здоровья и физическое развитие молодежи, методы и профессиональная направленность физического воспитания.

## **СЕКЦИЯ «ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ИНЖЕНЕРНОМ ОБРАЗОВАНИИ»**

### **Бушманов Н. А. КРАУДСОРСИНГ В ГЕОИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМАХ: УТОЧНЕНИЕ ГРАНИЦ ГЕОГРАФИЧЕСКИХ ОБЪЕКТОВ**

На основе успешных внедрений технологий коллективного участия в построении и наполнении информационных систем рассмотрены варианты уточнения границ географических объектов с целью формирования актуальных данных.

### **Дуркина Н. В. ОСОБЕННОСТИ РАЗРАБОТКИ И ПРИМЕНЕНИЯ ИНТЕГРИРОВАННЫХ ЗАДАНИЙ В УЧЕБНОМ ПРОЦЕССЕ**

В статье раскрываются особенности разработки и применения интегрированных заданий в учебном процессе при подготовке студентов технических специальностей по дисциплине «Информатика».

### **Ефремова Т. М. МЕТОДИКА ФОРМИРОВАНИЯ ТАКСАЦИОННОГО ОПИСАНИЯ НА ОСНОВЕ ДАННЫХ, ПОЛУЧАЕМЫХ С НАВИГАЦИОННЫХ УСТРОЙСТВ GARMIN**

Предложена методика кодирования информации, вводимой в GPS-навигатор Garmin при таксации лесов, и дальнейшей автоматизированной обработки данных для получения таксационного описания.

### **Самородницкий А. А., Сластихин И. А. ИМИТАЦИОННАЯ МОДЕЛЬ СИСТЕМЫ С РЕЗЕРВИРОВАННЫМИ КАНАЛАМИ ПЕРЕДАЧИ ДАННЫХ**

Предложена имитационная модель системы с резервированными каналами передачи данных. Произведена оценка основных параметров предложенной модели, таких как среднее время пребывания пакета в системе, средняя длина очереди, процент потерь пакетов при передаче. Сделан вывод о необходимости проведения исследований по повышению надежности передачи данных по резервированным каналам связи.

## **Секция «ЛАНДШАФТНАЯ АРХИТЕКТУРА, ЗЕМЛЕУСТРОЙСТВО И КАДАСТРЫ»**

### **Аверина К. Н. ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ КОНФЛИКТЫ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ ЛЕСОВ В МЕСТАХ ТРАДИЦИОННОГО ПРОЖИВАНИЯ И ХОЗЯЙСТВЕННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ЛИЦ, ОТНОСЯЩИХСЯ К КОРЕННЫМ МАЛОЧИСЛЕННЫМ НАРОДАМ СЕВЕРА**

В статье рассматривается сохранение и развитие традиционного природопользования коренного населения Севера. Решение видится на междисциплинарном уровне, поскольку помимо сохранения самобытности и культурно-этнической обособленности, такой подход позволит решить некоторые вопросы в сфере природопользования.

## **Вокуева А. В., Смирнова А. Н. КОЛЛЕКЦИИ БОТАНИЧЕСКОГО САДА ИНСТИТУТА БИОЛОГИИ КОМИ НЦ УРО РАН ДЛЯ ВЫСШЕГО ЛЕСНОГО ОБРАЗОВАНИЯ В РЕСПУБЛИКЕ КОМИ**

Показана возможность использования коллекций ботанического сада Института биологии Коми НЦ в образовательном процессе студентов Сыктывкарского лесного института. Приведены темы обзорных экскурсий в оранжерее и дендрарии

## **Выдрина В. А., Пушко Т. Г. ДИЗАЙН ИНТЕРЬЕРА АУДИТОРИИ ЛАНДШАФТНОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ**

Учебная аудитория является одним из ведущих звеньев в организации учебного процесса и проведения всей работы на занятиях. Она должна нести и выполнять педагогические, дидактические и социальные функции. Специализированная аудитория для студентов, обучающихся по направлению ландшафтная архитектура, должна будет поспособствовать более быстрому усвоению информации и получению профессиональных навыков. В связи с этим возникла необходимость в разработке дизайна интерьера, который определит условия для создания учебного оборудования и его дальнейшего использования.

## **Некрасова И. В., Романов Г. Г. ПРОБЛЕМЫ НАЛОГООБЛОЖЕНИЯ И АРЕНДНОЙ ПЛАТЫ В СВЯЗИ С КАДАСТРОВОЙ ОЦЕНКОЙ ЗЕМЕЛЬНЫХ УЧАСТКОВ НА ТЕРРИТОРИИ РЕСПУБЛИКИ КОМИ**

На примере Республики Коми рассмотрены проблемы, связанные с введением в 2016 г. кадастровой оценки земель и один из путей в их решении.

## **Паршина Е. И. ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ЛАНДШАФТНОЙ АРХИТЕКТУРЕ**

На основе зарубежного и отечественного опыта рассмотрены новые тенденции в ландшафтной архитектуре. Показано, что новаторские идеи и творческие открытия во всех отраслях и областях знаний непосредственно связанных с проектированием и благоустройством открытых пространств, способны придать новую значимость ландшафтной архитектуре, наполнить ее новым, оригинальным содержанием.

## **Романов Г. Г. ИНСТРУМЕНТЫ И ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ ПОДСОЧКИ СОСНЫ В УСЛОВИЯХ РЕСПУБЛИКИ КОМИ**

На основе литературных сведений и опыта работы в подсосном производстве рассмотрен ассортимент инструментов и оборудования в технологическом процессе заготовки живицы сосны обыкновенной и даны рекомендации по их производству и использованию в лесах Республики Коми.

## **Скромная О. В. ИНТРОДУКЦИЯ ВИДОВ РОДА *SORBUS* L. НА СЕВЕРЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ ИХ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ В ЛАНДШАФТНОМ ДИЗАЙНЕ**

Рассмотрены некоторые результаты интродукции видов рода *Sorbus* L. при интродукции в средней подзоне тайги Республики Коми, а также возможность использования их в ландшафтном дизайне в северном регионе.

## **Юркина Е. В. ТЕРРИТОРИИ ВЫСОКОЙ ПРИРОДООХРАННОЙ ЦЕННОСТИ Г. СЫКТЫВКАРА КАК МЕСТО СОХРАНЕНИЯ РЕДКИХ ВИДОВ НАСЕКОМЫХ**

На основании проведенного обследования МО ГО «Сыктывкар» установлены территории высокой природоохранной ценности. В данных ландшафтах проведена

оценка структуры энтомофауны. Выявлены редкие виды насекомых различных функционально биоценологических групп. Обоснована целесообразность их включения при анализе природной среды и использования в качестве индикаторов сохранности экосистемы.

### **СЕКЦИЯ «МАТЕМАТИКА»**

#### **Порошкин А. А., Уляшова Н. Г. НЕКОТОРЫЕ ВОПРОСЫ МАТЕМАТИЧЕСКОГО ОБРАЗОВАНИЯ БАКАЛАВРОВ В ТЕХНИЧЕСКОМ ВУЗЕ**

Рассмотрены вопросы формирования компетенций бакалавров в техническом вузе при обучении математике.

### **СЕКЦИЯ «МОНИТОРИНГ ЗАЩИТНЫХ И ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ ЛЕСОВ НА ОСНОВЕ СОВРЕМЕННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ»**

#### **Евстафьев Н. Г., Королёв В. В., Потапов А. В. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВЕДОМОСТЕЙ КРУГЛЫХ ЛЕСОМАТЕРИАЛОВ ПРИ ОТВОДЕ И ТАКСАЦИИ ЛЕСОСЕК**

Предложена процедура определения ведомостей круглых лесоматериалов по материалам отвода и таксации лесосек, используемых для обоснования планируемого объема и номенклатуры продукции лесопиления и для определения времени рабочего цикла валки и раскряжевки круглых лесоматериалов на лесосеке. Для демонстрации процедуры определения ведомостей проведены численные расчеты в программной среде MATLAB.

#### **Пахучая Л. М. НАЧАЛЬНЫЕ ЭТАПЫ ЗАРАСТАНИЯ ЛЭП ПОСЛЕ ИХ РАСЧИСТКИ**

В работе рассмотрены результаты оценки конкурентной способности видов кустарниковой и травянистой растительности в средней подзоне тайги Республики Коми с целью разработки методов борьбы с нежелательной древесной растительностью на просеках ЛЭП

#### **Пахучий В. В. 3D-ПРОБНЫЕ ПЛОЩАДИ: ТЕОРИЯ, ПРАКТИКА И ОПЫТ МОДЕЛИРОВАНИЯ**

В работе рассмотрены теоретические положения и дана оценка возможности практического использования пробных площадей, закладываемых не в двух, а в трех измерениях. Выполнено моделирование интегральной характеристики древостоя — запаса древесины на основе 3D-моделирования.

#### **Сельков Д. В. ЛЕСОПОЖАРНЫЙ МОНИТОРИНГ В НАСАЖДЕНИЯХ ЗАКАЗНИКА «ВАЖЬЕЛЮ» НА ОСНОВЕ ДИСТАНЦИОННЫХ МЕТОДОВ**

Рассмотрены вопросы организации лесопожарного мониторинга в насаждениях заказника «Важьелю» на основе дистанционных методов. Показано, что наиболее эффективно выделение гарей по индексу DSWVI.

**Бушуев С. К. АНАЛИЗ КИНЕТИКИ СУШКИ БУМАЖНОГО ПОЛОТНА**

В статье рассматривается процесс тепломассообмена в бумагоделательных машинах при сушке бумажного полотна

**Вейбле А. Г., Исаков К. А., Чупров В. Т. ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ПОЛУЧЕНИЯ АЛЬТЕРНАТИВНОГО ИСТОЧНИКА ЭНЕРГИИ**

Исследование процесса холодной трансмутации ядер и установок, использующих данный процесс для получения тепловой энергии. Модернизация и улучшение установок с целью повышения их эффективности.

**Еремеева Л. Э. ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА ПОДДОНОВ ИЗ ДРЕВЕСНЫХ ОТХОДОВ**

На основе существующей потребности в современных средствах для транспортировки (поддонов) и исследования технологий переработки древесных отходов предлагается компоновка линии для производства прессованных поддонов.

**Казакова Е. Г., Чупров В. Т. Дуркина И. В. ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ МАКУЛАТУРЫ**

В данной работе приводятся принципы технологии и общее описание оборудования для переработки макулатурного сырья. Рассмотрены принципы облагораживания макулатурной массы.

**Леканова Т. Л., Андронов А. В., Шкурлей Н. И. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ДРЕВЕСНЫХ ОТХОДОВ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЭНЕРГИИ В РЕЖИМЕ МИНИ-ТЭЦ**

Перевод дизельной электростанции на биотопливо позволит повысить надежность и качество электроснабжения, снизить выбросы загрязняющих веществ в атмосферу по сравнению с использованием дизтоплива, а также сократить количество древесных отходов, скапливающихся на полигонах хранения и, как следствие, уменьшить количество газов анаэробного разложения.

**Соловьев П. В., Князьков Е. С. ОБЗОР ТЕХНОЛОГИИ ПОЛУЧЕНИЯ ДРЕВЕСНО-ПОЛИМЕРНЫХ КОМПОЗИТОВ**

Рассмотрены вопросы получения древесно-полимерных композитов и влияние структуры полимерной матрицы на физико-химические свойства древесно-полимерных композитов.

**Шишелов М. А. ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ПЕРЕРАБОТКИ ДРЕВЕСНЫХ ОТХОДОВ В РЕСПУБЛИКЕ КОМИ**

В статье представлен обзор проблем и перспектив развития переработки древесных отходов в Республике Коми. Определено, что производство древесного биотоплива является одним из базовых условий роста ресурсоэффективности лесного сектора России. Показаны общемировые тенденции повышения спроса на топливные гранулы и брикеты. Выявлены факторы, ограничивающие сбыт древесного биотоплива. Обозначены проблемы переработки древесных отходов в регионе и направления их устранения.

## **Секция «ТРАНСПОРТНЫЕ МАШИНЫ И ОБОРУДОВАНИЕ»**

### **Евстафьев Н. Г., Королев В. В., Потапов А. В. К ВОПРОСУ ВЫБОРА КРИТЕРИЯ ОПТИМИЗАЦИИ СКОРОСТНОГО РЕЖИМА ВЫВОЗКИ ДРЕВЕСИНЫ**

Предложена процедура выбора критерия оптимизации при вывозке древесины транспортными средствами с механической трансмиссией. Процедура реализована в виде отдельного функционала в программной среде «Клариго ЛЕС». Применение процедуры продемонстрировано расчетами минимизации суммарных удельных затрат вывозки древесины сортаментовозами с лесосеки № 233/12 квартала № 180 Верхне-Вашкинского участкового лесничества Республики Коми.

### **Еремеева Л. Э. РАЗВИТИЕ СЕВЕРНЫХ МУЛЬТИМОДАЛЬНЫХ ТРАНСПОРТНО-ЛОГИСТИЧЕСКИХ ЦЕНТРОВ**

На основе анализа грузовых потоков, а также действующей и формирующейся транспортной сети севера России рассмотрены вопросы развития северных мультимодальных транспортно-логистических центров.

### **Свойкин В. Ф., Молчанова А. А. ПРИМЕНЕНИЕ МОБИЛЬНОЙ ТЕХНИКИ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ЛЕСОХОЗЯЙСТВЕННЫХ РАБОТ**

Рассмотрено применение мобильной техники для осуществления лесохозяйственных работ в условиях Республики Коми, которая в первую очередь определяется с учетом вида работ, технических характеристик, запаса древесины и преобладающих пород.

### **Сивков Е. Н. АНАЛИЗ МЕТОДОЛОГИИ ВЫБОРА ТРЕЛЕВОЧНЫХ ВОЛОКОВ ЛЕСОСЕКИ**

Опыт создания рациональных трасс волоков, по которым будет достигаться максимальная эксплуатационная эффективность работы тракторов при трелевке.

## **Секция «ФИЗИКА И АВТОМАТИЗАЦИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ И ПРОИЗВОДСТВ»**

### **Плешев Д. А., Асадуллин Ф. Ф., Полещиков С. М., Власов В. С., Котов Л. Н. МАГНИТНАЯ ДИНАМИКА В НИКЕЛЕВОМ ФЕРРИТЕ ПРИ ПЕРЕМАГНИЧИВАНИИ ВНЕШНИМ МАГНИТНЫМ ПОЛЕМ**

В данной работе рассматривается возбуждение связанных колебаний намагниченности и упругих смещений в однослойных и многослойных пластинах магнитоупругого ферромагнетика при перемагничивании постоянным внешним полем. Система обыкновенных дифференциальных уравнений решалась численно методом Рунге — Кутты 7—8 порядка с контролем шага интегрирования. Выявлены характерные особенности развития процессов магнитных и упругих колебаний в образце.

### **Полугрудова Л. С., Дёмина М. Ю., Андронов И. Н. ЭФФЕКТЫ ПЕРЕКРЕСТНОГО ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ НАПРЯЖЕНИЙ И ДЕФОРМАЦИЙ И ТРАЕКТОРИИ НАГРУЖЕНИЯ И ДЕФОРМИРОВАНИЯ ПРИ ТЕРМОЦИКЛИРОВАНИИ ЦИЛИНДРИЧЕСКОЙ ПРУЖИНЫ ИЗ TiNi**

На основании экспериментальных зависимостей перемещения свободного конца пружины из никелида титана в термоциклах под растягивающей нагрузкой вычисле-

ны напряжения и деформации, возникающие во внешнем волокне. Исследовано влияние касательного напряжения на осевую составляющую деформации, нормального напряжения на сдвиговую деформацию. Показано, что интенсивность сдвиговой деформации при небольших усилиях уменьшается практически по линейному закону с ростом интенсивности нормальных напряжений. Увеличение растягивающей силы приводит к появлению двойного реверса на кривых интенсивностей деформации.

### **Сундуков Е. Ю., Кочергин С. М. ТРАНСПОРТНАЯ СИСТЕМА, СОДЕРЖАЩАЯ ШАГОВЫЙ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫЙ ДВИГАТЕЛЬ И ТРАНСПОРТНОЕ СРЕДСТВО НА КОЛЕСНОЙ ОПОРЕ**

Предлагаются технологии малогабаритного магнитолевитационного транспорта для Севера России. В частности, эстакады арочного типа позволят обеспечить защиту путепроводов и транспортных средств от повышения уровней водотоков и других природных явлений. Особенностью таких эстакад является перемещение транспортного средства относительно внутренней верхней поверхности эстакады — «езда по потолку». Для преодоления водных преград арочные эстакады могут подвешиваться на тросах (канатах) между высотными опорами. Для преодоления болот такие эстакады могут устанавливаться на гати и понтоны.

### **Турьев А. В., Асадуллин Ф. Ф. АНГАРМОНИЧЕСКИЙ ДВУХЪЯМНЫЙ ПОТЕНЦИАЛ НЕСИММЕТРИЧНОЙ ФОРМЫ**

В данной работе анализируется влияние коэффициентов потенциала на уровни энергии и волновые функции, которые получаются в результате решения уравнения Шредингера.

### **Устюгов В. А. ПРИМЕНЕНИЕ КОНЕЧНЫХ АВТОМАТОВ ДЛЯ ПРОГРАММИРОВАНИЯ МИКРОКОНТРОЛЛЕРОВ**

Применение концепции КА для построения сложных управляющих программ микроконтроллеров позволяет разрабатывать сложные программные структуры, предназначенные для квазиодновременного управления большим количеством объектов, для работы с большим количеством датчиков. Благодаря применению программных таймеров и высокой структурированности программы на КА легко расширяются, документируются, легко доступны для понимания программистам, не являющимся авторами программы (или тем же авторам, прервавшим на некоторое время работу с программой).

## **Секция «ХИМИЯ И ХИМИЧЕСКИЕ ТЕХНОЛОГИИ»**

### **Дёмин В. А., Ипатова Е. У., Пахучая Л. М. ИК ФУРЬЕ СПЕКТРОСКОПИЯ ДРЕВЕСИНЫ ОСИНЫ, ПОРАЖЕННОЙ ОСИНОВЫМ ТРУТОВИКОМ *PHELLINUS TREMULAE* (BOND.) BOND. ET BORRIS.)**

Методом ИК-Фурье-спектроскопии были изучены изменения древесины при поражении осиновым трутовиком. Показано, что поражение древесины осиновым трутовиком (*Phellinus tremulae* (Bond.) Bond. Et. Boriss.) приводит к деструкции ксилемного вещества и изменениям в химическом составе древесины, в частности, в составе и количестве функциональных групп, что отражается на спектральных характеристиках древесины в инфракрасном диапазоне. Наблюдаются изменения в положении максимумов основных полос пропускания в ИК спектрах диффузионного отраже-

ния — полос валентных колебаний гидроксильных, метиленовых (метиновых), карбонильных групп, изменения в соотношении интенсивностей полос скелетных колебаний ароматических структур лигнина.

#### **Котова О. Б., Кочева Л. С., Шушков Д. А., РАЗРАБОТКА СОРБЕНТОВ НА ОСНОВЕ ЗОЛЫ УНОСА ТЭЦ**

Из золы Воркутинской ТЭЦ в результате гидротермальной реакции синтезированы несколько видов цеолитов: анальцим, цеолиты типа фожазита и жисмондина. Установлено, что широкопористые цеолиты образуются при температуре 90—100 °С, увеличение температуры реакции приводит к образованию средне- и узкопористых типов. На тип цеолита и его содержание в продуктах реакции оказывают значимое влияние продолжительность реакции и концентрация щелочи. Синтезированные цеолиты рекомендуются для использования в качестве сорбентов.

#### **Мухрыгин К. С., Рогожин П. М., Дёмин В. А. КИНЕТИКА РЕАКЦИИ ДИОКСИДА ХЛОРА С ОСТАТОЧНЫМ ЛИГНИНОМ ЛИСТВЕННОЙ СУЛЬФАТНОЙ ЦЕЛЛЮЛОЗЫ В НЕЙТРАЛЬНОЙ СРЕДЕ**

Проведено изучение скорости реакции диоксида хлора с остаточным лигнином в нейтральной среде — области рН около 7,0. В нейтральной среде значение константы скорости реакции примерно в 2 раза выше, чем для той же целлюлозы в слабокислой среде ( $16388 \pm 814 \text{ M}^{-1}\text{s}^{-1}$  против  $7250 \pm 350 \text{ M}^{-1}\text{s}^{-1}$ ).

#### **Полешиков С. М., Дёмин В. А. МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ РАЗЛОЖЕНИЯ ДИОКСИДА ХЛОРА В ВОДНОЙ СРЕДЕ**

Предложена математическая модель реакции разложения диоксида хлора в слабокислой среде. Изучены особенности дифференциальных уравнений, описывающих химические реакции диоксида хлора и интермедиатов процесса.

### **Секция «ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ РЕСПУБЛИКИ КОМИ»**

#### **Коньк О. А., Вакушкина Н. Г. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СОВРЕМЕННЫХ СПОСОБОВ УЛУЧШЕНИЯ КАЧЕСТВА ПИТЬЕВОЙ ВОДЫ В ОАО «СЫКТЫВКАРСКИЙ ВОДОКАНАЛ»**

Национальная безопасность любой страны связана с обеспечением ее населения качественной питьевой водой. Однако во многих населенных пунктах России и Республики Коми вода не отвечает установленным нормативным требованиям. В связи с этим, предлагается внести изменения в технологическую схему очистки воды в ОАО «Сыктывкарский Водоканал» на этапе первичного обеззараживания, а именно вводить сульфат аммония совместно с гипохлоритом натрия. С целью снижения содержания остаточного алюминия в питьевой воде предложено использовать новый флокулянт SPECFLOC C-8030.

#### **Коньк О. А., Гаулика В. И. РАЗРАБОТКА ПРОЕКТА ПРЕДПРИЯТИЯ ПО СБОРУ И УТИЛИЗАЦИИ ОТРАБОТАННЫХ МАСЕЛ В МО ГО «СЫКТЫВКАР»**

Ежегодно в нашей стране образуется до 500 тыс. т отработанных масел, которые нелегально сбрасывается на почву и в водоемы и загрязняют окружающую среду. Для



нормализации ситуации с отработанными маслами предлагается разработать систему управления сбором и переработкой масел в нашем муниципалитете, проект предприятия, выбрать рациональную технологическую схему утилизации масел и подобрать для нее современное, недорогое оборудование.

### **Мусихин П. В., Кормилицына Я. М. АРБОЛИТОВЫЕ БЛОКИ ИЗ БОРЩЕВИКА СОСНОВСКОГО**

Данная статья посвящена получению нового строительного материала на основе производства арболитовых блоков

### **Миронов М. В., Полина И. Н. ОБЕСПЕЧЕНИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ ОБРАЩЕНИИ С ОТХОДАМИ В ТПП «ЛУКОЙЛУСИНСКНЕФТЕГАЗ»**

Рассмотрены вопросы обеспечения экологической безопасности при обращении с отходами. Охарактеризована система обращения и утилизации отходов различных классов опасности.

### **Полина И. Н. ОРГАНИЗАЦИЯ И ОСУЩЕСТВЛЕНИЕ БИОЛОГИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА ООО «СЫКТЫВКАРСКИЙ ФАНЕРНЫЙ ЗАВОД»**

Рассмотрены вопросы экологического воздействия предприятия на окружающую среду, предложена система биологического мониторинга атмосферного воздуха.

### **Тимонина Н. Н. ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ И ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ РИСКИ В РАЗВЕДКЕ И ДОБЫЧЕ НЕФТИ В РЕСПУБЛИКЕ КОМИ**

За время промышленной эксплуатации углеводородов в Республике Коми открыто 168 месторождений нефти и газа, построены заводы по переработке углеводородного сырья, проложено более 15 тыс. трубопроводов, одновременно с этим в регионе накопилось значительное количество проблем, требующих безотлагательного решения. Рассматриваются экологические проблемы, связанные с аварийными разливами нефти на транспортных системах, геологические риски и риски, вызванные наличием большого числа «бесхозных» старых скважин.

### **КРУГЛЫЙ СТОЛ «ПРОБЛЕМЫ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ВУЗА С РАБОТОДАТЕЛЯМИ ПРИ ПЕРЕХОДЕ К ДУАЛЬНОМУ ОБРАЗОВАНИЮ»**

### **Большаков Н. М., Иваницкая И. И. УПРАВЛЕНИЕ ПРОЦЕССОМ СОЗДАНИЯ СОВОКУПНЫХ ЦЕННОСТЕЙ**

Изложены методологические предпосылки системного подхода к формированию системы управления созданием совокупной ценности (стоимости), предполагающей принятие управленческих решений компанией с учетом социальных последствий как для самой фирмы, так и для интересов общества. Переход от традиционно-трактуемого управления заинтересованными сторонами к менеджменту заинтересованных сторон подразумевает активное участие последних в создании совокупной ценности, а также представленные принципы реализации системы управления корпоративно-общественной интеграции. На основе сбалансированной системы показателей разработана методика расчета эмерджентного эффекта. На его основе предложен новый показатель «эмерджентный капитал» для оценки деятельности компании при создании совокупной ценности.

### **Левина И. В. К ВОПРОСУ О ФОРМИРОВАНИИ МОДЕЛИ «УНИВЕРСИТЕТА ТРЕТЬЕГО ПОКОЛЕНИЯ»**

В статье обоснована необходимость перехода к новой модели «университетов третьего поколения», представлены отличия действующей модели университетов от предлагаемой. Сделана попытка оценить, насколько Сыктывкарский лесной институт близок к ожидаемым трансформациям.

### **Мусихин П. В. АНАЛИЗ ЭЛЕМЕНТОВ ДУАЛЬНОГО ОБУЧЕНИЯ В ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ УЧРЕЖДЕНИЯХ ЛЕСНОГО ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО КЛАСТЕРА РЕСПУБЛИКИ КОМИ**

Данная статья анализирует внедрение элементов практикоориентированного обучения в организациях Лесного образовательного кластера Республики Коми на основе выполненных исследований. Затрагивает проблемы подготовки трудовых ресурсов в регионе и рекомендует внедрить как законодательные, так и институциональные и финансовые инструменты, принять ряд системных мер по стимулированию предприятий с целью более эффективного сотрудничества с учреждениями профессионального образования.

### **Федосова О. Р., Фокина О. Э. ПОВЫШЕНИЕ КАЧЕСТВА ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ПОДГОТОВКИ СПЕЦИАЛИСТОВ ЛЕСНОЙ ОТРАСЛИ ЧЕРЕЗ СИСТЕМУ ПРОФОРИЕНТАЦИИ И НЕПРЕРЫВНОЕ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЕ ОБРАЗОВАНИЕ**

В статье рассмотрены основные проблемы подготовки кадров для лесной отрасли Республики Коми, связанные с недостаточной профориентацией школьников. Представлена и описана модель непрерывного профессионального образования, которая реализуется в ГПОУ «Печорский промышленно-экономический техникум» в рамках региональной инновационной площадки по образовательной области «Технология» и в рамках взаимодействия с профессиональными образовательными организациями Лесного образовательного кластера.

# СТАТЬИ

## СЕКЦИЯ «АГРОИНЖЕНЕРИЯ, ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКА»

УДК 631.45:633.2

Установлено положительное влияние длительного последствия доломитовой муки (32 года) и применения минеральных удобрений на плодородие дерново-подзолистой почвы. Комплексное применение средств химизации способствовало повышению урожайности клеверотимофеечной смеси до 5,4—5,8 т/га сухой массы, коэффициент энергетической эффективности составил 2,6.

**Ключевые слова:** известь, минеральные удобрения, плодородие почвы, многолетние травы, энергетическая эффективность.

**Н. В. Булатова,**  
научный сотрудник;

**Н. В. Регорчук,**  
заведующий аналитической лабораторией  
(ФГБНУ НИИСХ Республики Коми)

### ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ УДОБРЕНИЙ ПРИ ВЫРАЩИВАНИИ МНОГОЛЕТНИХ ТРАВ

Типичные подзолистые почвы Республики Коми малопригодны для использования в сельском хозяйстве. Они имеют высокую кислотность, низкое содержание питательных веществ и гумуса. Основными приемами повышения плодородия почвы и увеличения продуктивности сельскохозяйственных культур является известкование кислых почв и внесение минеральных удобрений. Известкование способствует лучшему питанию растений, повышает эффективность применения минеральных удобрений. Положительное воздействие извести на почву проявляется постепенно и действует в течение длительного срока [1, 2]. Минеральные удобрения являются основным источником поступления элементов питания для растений.

Показателем эффективности средств химизации в растениеводстве является энергетическая оценка их применения. Необходимо внедрение ресурсосберегающих технологий производства кормов с наименьшими затратами энергии и коэффициентом энергетической эффективности выше единицы [3].

Исследования проводили на базе длительного стационарного опыта, заложенного в 1983 году на вновь освоенной земле. До закладки опыта почва характеризовалась низким уровнем плодородия:  $pH_{KCl}$  — 4,0—4,4, гумус — 1,3—1,8 % (по Тюрину),  $P_2O_5$  — 40—80 мг/кг,  $K_2O$  — 70—86 мг/кг (по Кирсанову).

Для нейтрализации повышенной кислотности почвы в год закладки опыта была внесена доломитовая мука в дозах 1 и 2 величины гидролитической кислотности (г. к.). В последующие годы изучали последствие этих доз извести на плодородие почвы и продуктивность однолетних и многолетних трав.

В 2011—2015 гг. на опытном участке выращивали клеверотимофеечную смесь 1—5 года пользования (г. п.). Исследования проводили на 6 вариантах в трех повторностях. Общая площадь делянки 50 м<sup>2</sup>. Минеральные удобрения вносили ежегодно в дозе, рассчитанной по выносу элементов питания на планируемый урожай зеленой массы многолетних трав (15 т/га), увеличенной на 2/3.

Цель работы — изучить влияние извести и минеральных удобрений на агрохимические показатели дерново-подзолистой почвы и продуктивность клеверотимофеечной смеси.

Анализ растительных и почвенных образцов выполнен по общепринятым методикам [4, 5]. Математическую обработку полученных данных проводили методом дисперсионного анализа с использованием компьютерной программы STATVIA и Excel [6]. Энергетическую питательность корма и эффективность применения удобрений рассчитывали по методическому пособию [7].

В годы проведения исследований погодные условия вегетационного периода различались по температурному режиму и количеству осадков. Самыми неблагоприятными оказались 2011 и 2013 гг., когда вегетационный период характеризовался недостатком осадков на фоне повышенных температур воздуха. Гидротермический коэффициент по Селянинову составил 0,8—1,0 при среднемноголетнем показателе — 1,6 [8].

Исследования показали, что доломитовая мука, внесенная 32 года назад, продолжает оказывать нейтрализующее действие на кислотность почвы. На фоне внесения извести кислотность почвы поддерживается на среднекислом уровне — 4,5 и 4,9 ед. (табл. 1). На контроле и при внесении минеральных удобрений без известкования сохраняется сильнокислая реакция среды — 4,2 и 4,4.

**Таблица 1.** Агрохимические показатели почвы, в среднем за 2012—2015 гг.

Вариант	pH <sub>KCl</sub>	Гумус, %	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> , мг/кг	K <sub>2</sub> O, мг/кг
1. Контроль	4,2	1,6	52	48
2. Са 1 г. к.	4,5	1,7	84	62
3. Са 2 г. к.	4,9	1,7	85	60
4. NPK	4,4	1,7	270	112
5. Са 1 г. к. + NPK	4,5	1,7	262	111
6. Са 2 г. к. + NPK	4,9	1,7	266	114
НСП <sub>05</sub>	0,4	0,1	46	27

Содержание гумуса по вариантам опыта значительно не различалось и сохранялось на уровне 1,6—1,7 %, что, вероятно, связано с выращиванием сеяных трав на протяжении длительного времени.

Ежегодное внесение минеральных удобрений способствовало накоплению питательных элементов в почве. Содержание подвижного фосфора повысилось до очень высокого уровня (262—270 мг/кг), обменного калия — до среднего уровня обеспеченности (111—114 мг/кг). Без внесения минеральных удобрений содержание подвижного фосфора сохраняется на среднем (52—85 мг/кг), обменного калия — на низком уровне (48—62 мг/кг).

Результаты математической обработки экспериментальных данных показали, что урожайность многолетних трав в большей степени зависела от обеспеченности почвы питательными веществами ( $r = 0,73—0,84$ ), в наименьшей — от кислотности почвы и содержания гумуса ( $r = 0,10—0,31$ ).

Применение минеральных удобрений на известкованном фоне повысило сбор сухой массы многолетних трав по сравнению с контролем (2,8 т/га) на 67 %, на фоне последствия извести — на 79 и 93 % (табл. 2). Соответственно, увеличился сбор обменной энергии (ОЭ), заключенной в урожае. Последствие доломитовой муки увеличило сбор обменной энергии в 1,2—1,3 раза, в комплексе с минеральными удобрениями — в 1,7—1,8 раза в сравнении с контролем.

**Таблица 2.** Урожайность клеверотимофеечной смеси и энергетическая эффективность применения удобрений, в среднем за 2011—2015 гг.

Вариант	Урожайность сухой массы, т/га	Сбор ОЭ, ГДж/га	Энергозатраты			<i>k</i>
			ГДж/га	на единицу продукции, ГДж/т	на единицу прибавки, ГДж/т	
1. Контроль	2,8	30,1	3,2	1,1	—	9,4
2. Са 1 г. к.	3,4	35,7	4,9	1,4	8,2	7,3
3. Са 2 г. к.	3,9	40,1	6,6	1,7	6,0	6,1
4. NPK	4,7	49,3	17,0	3,6	8,9	2,9
5. Са 1 г. к. + NPK	5,0	51,7	20,0	4,0	9,1	2,6
6. Са 2 г. к. + NPK	5,4	55,8	21,7	4,0	8,3	2,6
НСР <sub>05</sub>	0,5					

Основная часть энергозатрат на производство продукции приходится на применение минеральных удобрений (17,0—21,7 ГДж/га). Затраты энергии на получение 1 т сухой массы многолетних трав от последствия извести (1,4—1,7 ГДж/т) были ниже, чем от применения минеральных удобрений (3,6 ГДж/т). Однако только известкование почвы не позволяет получать высокую урожайность сельскохозяйственных культур. При комплексном применении средств химизации затраты энергии на производство 1 т сухой массы трав увеличились до 4,0 ГДж. Причем для получения прибавки урожайности от NPK на фоне извести в дозе 1 г. к. (9,1 ГДж/т) энергии было затрачено больше, чем на фоне 2 г. к. (8,3 ГДж/т). Это показывает на эффективность применения минеральных удобрений на фоне известкования двойной дозой доломитовой муки.

Коэффициент энергетической эффективности (*k*), как соотношение обменной энергии к затратам энергии на получение растениеводческой продукции, показывает на зависимость полученной продукции от систем удобрения. При комплексном применении средств химизации коэффициент энергетической эффективности составил 2,6.

Таким образом, внесение доломитовой муки в дозе 1 и 2 г. к. оказывает нейтрализующее действие на кислотность почвы и через 32 года после ее внесения рН почвы поддерживается на среднекислом уровне — 4,5 и 4,9 ед. Ежегодное внесение минеральных удобрений способствует накоплению подвижно-

го фосфора в почве до очень высокого уровня (262—270 мг/кг), обменного калия — до среднего (111—114 мг/кг).

Комплексное применение средств химизации способствует наибольшему сбору сухой массы многолетних трав — 5,4—5,8 т/га и обменной энергии — 51,7—55,8 ГДж/га. Применение минеральных удобрений на фоне известкования в дозе 2 г. к. энергетически эффективно, биоэнергетический коэффициент составил 2,6.

#### **Библиографический список**

1. Небольсин, А. Н. Известкование — средство коренного улучшения кислых почв [Текст] / А. Н. Небольсин. — Ленинград : Лениздат, 1979. — 134 с.
  2. Елькина, Г. Я. Оптимизация минерального питания растений на подзолистых почвах [Текст] / Г. Я. Елькина. — Екатеринбург : УрО РАН, 2008. — 280 с.
  3. Энергетическая оценка плодородия почв [Текст] / В. И. Савич, В. Г. Сычев, Ю. Н. Никольский [и др.]. — Москва : ВНИИА, 2007. — 500 с.
  4. Руководство по анализам кормов [Текст]. — Москва : Колос, 1982. — 500 с.
  5. Аринушкина, Е. В. Руководство по химическому анализу почв [Текст] / Е. В. Аринушкина. — Москва : Изд-во ун-та, 1970. — 488 с.
  6. Доспехов, Б. А. Методика полевого опыта [Текст] / Б. А. Доспехов. — Москва : Агропромиздат, 1985. — 351 с.
- Мухамадьяров, Ф. Ф. Методическое пособие по определению энергозатрат при производстве продовольственных ресурсов и кормов для условий Северо-Востока Европейской части Российской Федерации [Текст] / Ф. Ф. Мухамадьяров, В. А. Фигурин. — Киров : НИИСХ Северо-Востока им. Н. В. Рудницкого, 1997. — 62 с.
7. Агрометеорологические бюллетени, таблицы ТСХ-8 за 2011—2015 гг. [Текст]. — Сыктывкар : Север. территор. Упр-ние по гидрометеорологии, Коми центр, 2016.
  8. Минеев, В. Г. Биологическое земледелие и минеральные удобрения [Текст] / В. Г. Минеев, Б. Дебрецени, Т. Мазур. — Москва : Колос, 1993. — 416 с.

В статье представлены сорта низовых злаковых трав, пригодных для возделывания в условиях таежной зоны и Крайнего Северо-Востока европейской части России.

**Ключевые слова:** злаковые травы, овсяница красная, мятлик луговой, райграсс пастбищный, урожайность.

**Т. В. Косолапова,**  
младший научный сотрудник  
(ФГБНУ НИИСХ Республики Коми)

## **БИОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ СОРТОВ НИЗОВЫХ ЗЛАКОВЫХ ТРАВ РЕСПУБЛИКИ КОМИ**

Ведущей отраслью АПК республики является животноводство, для успешного развития которого необходимо развивать собственную кормовую базу. Основу кормовой базы составляют естественные луга, пастбища, однолетние зерновые травосмеси на кормовые цели и многолетние травы. Кормовые травы — не только важное сырье для заготовки кормов, но и как фактор повышения плодородия почвы, оздоровления экологической обстановки, окружающей среды.

Селекционная работа, проводимая с многолетними травами в НИИСХ Республики Коми, направлена на создание адаптивных, высокопродуктивных сортов, устойчивых к действию неблагоприятных факторов, менее зависимых от внешних стрессовых ситуаций и обеспечивающих стабильную продуктивность. Обладает всеми этими качествами сорт овсяницы красной (*Festuca rubra* L.) Мила, созданный коллективом авторов НИИ сельского хозяйства Республики Коми под руководством Р. А. Беляевой.

Селекционная работа была проведена методом массового отбора из сорта Тентюковская при свободном переопылении с сортом Йыгева на высоком агрофоне. В результате исследований по комплексу хозяйственно-ценных признаков выделен образец, на основании которого был получен новый сорт.

Сорт Мила пастбищного типа использования предназначен для создания долголетних пастбищ, особенно для овец и лошадей, поголовье которых увеличивается на севере, садово-парковых ландшафтов, а также является лучшим рекультивантом при восстановлении техногенных почв, вплоть до тундры.

Относится к низовому злаку озимого типа развития. Куст прямостоячий, плотность высокая, стебли круглые, прямые, высотой 65—101 см, без опушения, мягкие. Листья узкие, длиной 10—32 см, шириной 0,2—0,3 см. Язычок узкий, короткий. Соцветие — метелка среднеколосковая, при созревании сжатая с фиолетовым оттенком. Колоски удлинённые, цветочные чешуи остевидные с коротким заострением. Семена ланцетные, длиной 3—5 мм, серого цвета.

В первый год растет медленно, не дает генеративных побегов, полного развития достигает на второй и третий года жизни. Продолжительность вегетационного периода 70—83 дня, укосной спелости достигает через 27—35 дней,

пастбищного через 30 дней. Отрастание весной быстрое, после скашивания — хорошее. В травостое держится 10—12 лет [1].

Отличается зимостойкостью, долговечностью, высокой отавностью, устойчивостью к возврату весенних заморозков и мучнистой росе. Среднеустойчив к полеганию.

Новый сорт обеспечил в среднем за годы сортоиспытаний урожай зеленой массы — 30,0 т/га, сухой массы — 7,1 т/га, семян — 2,9 ц/га. Облиственность 34—49 %.

Мятлик луговой (*Poa pratensis* L.) — многолетний корневищно-рыхлокустовой низовой злак озимого типа развития, с многочисленными вегетативными побегами и прикорневыми листьями [2]. В республике районирован единственный сорт мятлика лугового Дырносский, созданный селекционерами НИИ сельского хозяйства, методом семейственно-группового отбора с использованием местных дикорастущих форм. Сорт рекомендован для создания долголетних культурных пастбищ, залужения газонов, рекультивации техногенных почв.

Мятлик луговой в первые годы развивается медленно, полного развития достигает на 3—4 годы жизни. Сорт скороспелый, интенсивно и равномерно отрастает рано весной и после укосов, образуя ровную, плотную дернину, красивый интенсивно-зеленый однородный травостой. Укосной спелости достигает за 30-40 дней, семена созревают на 67—70 день от начала отрастания. В условиях Севера за два укоса формирует до 35,0 т/га зеленой массы и 2,0—3,0 ц/га семян. В фазу полного колошения в сухом веществе содержит сырого белка 10,5—11,2 %, в отаве — 16,8—20,5 %. В травостое держится 10—12 лет.

Сорт зимостойкий, высокоотавный, выносит затопления паводковыми водами, среднеустойчив к мучнистой росе.

Для расширения ассортимента пастбищных трав в НИИ сельского хозяйства в соавторе с сотрудниками Всероссийского института кормов им. Р. В. Вильямса на основе тетраплоидной формы сорта Московская 84, создан сорт райграса пастбищного Выль. В естественных условиях на территории Республики Коми он не встречается из-за слабой его зимостойкости и веснотойкости.

Райграсс пастбищный (*Lolium perenne* L.) — низовой рыхлокустовый злак с большим числом нежных, хорошо облиственных побегов. Среди злаковых пастбищных трав райграсс занимает первое место по биологической ценности белка [3].

Куст прямостоячий. Стебли гладкие, средней мягкости с антоциановым оттенком. Кустистость сильная. Листья удлинённые, линейные, светло-зеленые, блестящие, мягкие. Соцветие — рыхлый колос, светло-зеленый, безостый. Семена серого цвета с зеленоватым оттенком. В условиях Республики Коми за вегетацию формирует 2—3 укоса в 30,0 т/га зеленой массы, сена — 5,0—6,0 т/га. Урожайность семян колеблется от 3,0 до 8,0 ц/га в зависимости от погодных условий. Облиственность — 47 %, сено высокого качества [4].

Сорт райграсса пастбищного отличается интенсивным отрастанием рано весной и после укосов, хорошо отзывается на внесение минеральных удобрений. Плохо переносит кислую почву, избыточное увлажнение и близкое стоя-



ние грунтовых вод. Устойчивость к вредителям и болезням средняя. В травостое держится 3—4 года.

Сорт отличается высокой зимостойкостью, предназначен для пастбищных травосмесей, для озеленения парков, газонов.

Таким образом, сорта низовых злаковых трав, созданные в экстремальных условиях севера, отличаются высокой продуктивностью, зимостойкостью, скороспелостью, хорошей отавностью и побегообразованием, а также устойчивостью к биотическим и абиотическим факторам среды. Сорта предназначены для использования в чистых и смешанных агроценозах, в колхозах, фермерских и личных подсобных хозяйствах, имеют большое ландшафтное значение, для формирования газонов, озеленения парков, укрепление придорожных территорий. Созданные сорта трав являются уникальными для заготовки всех видов кормов для сельскохозяйственных животных и лучшими рекультивантами для восстановления растительного покрова техногенных почв в Заполярье.

#### **Библиографический список**

1. Сорт овсяницы красной Мила [Электронный ресурс] : селекцион. достижение / ФГБНУ // Всероссийский научно-исследовательский институт экономики сельского хозяйства. — Режим доступа: <http://www.vniiesh.ru/results/katalog/2452/18054.html>.
2. Косолапова, В. М. Справочник по кормопроизводству [Текст] / В. М. Косолапова, И. А. Трофимова. — Москва : Россельхозакадемия, 2014. — 717 с.
3. Агробиологические ресурсы Республики Коми и их рациональное использование [Текст]. — Сыктывкар, 1999. — 229 с.
4. Сорт райграса пастбищного Выль [Электронный ресурс] : селекцион. достижение / ФГБНУ // Всероссийский научно-исследовательский институт экономики сельского хозяйства. — Режим доступа: <http://www.vniiesh.ru/results/katalog/2452/18232.html>.

В статье приводятся результаты исследования по изучению влияния пектиновых полисахаридов на урожайность пойменных лугов.

**Ключевые слова:** пойменные луга, полисахариды, стимуляторы роста, урожайность.

**А. Ю. Лобанов,**  
младший научный сотрудник  
(ФГБНУ НИИСХ Республики Коми)

## ИССЛЕДОВАНИЯ ПЕКТИНОВЫХ ПОЛИСАХАРИДОВ НА УРОЖАЙНОСТЬ ПОЙМЕННЫХ ЛУГОВ

Общая площадь сельскохозяйственных земель Республики Коми составляет 419 тыс. га. Из них на земли под сенокосы приходится более половины площади [1]. Пойменные луга более продуктивны и питательны, чем суходольные, следовательно, они составляют основу кормовой базы животноводства. Но их урожайность, без культуртехнических мероприятий, находится на низком уровне. При уборке, растения уносят с собой элементы, которые необходимы почве для следующей генерации трав. Не восполнение потерь может привести к истощению луговой растительности (снижение урожайности, питательности и биоразнообразия). Актуальным становится возвращение почве хотя бы то количество питательных элементов, которое ежегодно уносится с урожаем и стимулирование роста и развития растений [2, 3].

Пектиновые вещества являются одним из основных компонентов клеточной стенки растений и выполняют очень важные биологические функции: они обуславливают тургор растений — препятствуют их увяданию и высыханию, усиливают их морозостойкость и засухоустойчивость, участвуют в регуляции водно-солевого режима растения, выполняют защитную роль при взаимодействии с фитопатогенами, способствуют прорастанию семян, а также регулируют рост растений.

Полевой опыт проведен в пойме реки Вычегда в местечке Красный Затон в 2016 г.

Количество вариантов — 10. Площадь делянок 20 м<sup>2</sup>, учетной — 10 м<sup>2</sup> в четырехкратной повторности. Минеральные удобрения внесены в фазу активного отрастания травостоя, стимуляторы — в фазу кущения растений путем внекорневой подкормки.

Исследования проведены по методике опытных работ на сенокосах и пастбищах под редакцией Н. С. Конюшкова [4] и по методике полевого опыта Б. А. Доспехова [5].

Почва опытного участка дерново-подзолистая, супесчаная. Реакция почвы сильноокислая (рН 3,8—4,0). Обеспеченность подвижным калием и фосфором средняя (116,4—135,7 мг/кг; 49,6—67,9 мг/кг). Количество кальция и магния в почве очень низкое (1,1—1,3 мг/кг; 0,43—0,50 мг/кг) [6].

Качество кормов определяли по принятым ГОСТом методикам [7].

Опытный участок в пойме реки Вычегда затоплялся с периода с 29 апреля по 19 мая. В вегетационный период май оказался в полтора раза теплее климатической нормы, однако осадков выпало на 20 % ниже по сравнению со средними многолетними данными. Это не оказало значительного влияния на формирование травостоя благодаря затяжному периоду паводка, который обеспечил растения достаточным уровнем влаги. Погодные условия июня были близки к средней многолетней норме, как по температуре, так и по количеству осадков, что оказало благоприятное влияние на формирование урожая. В целом погодные условия 2015 г. способствовали формированию высокого урожая естественных сенокосов.

Результаты исследований 2016 г. показали, что применение биологически активных препаратов и минеральных удобрений позволяет добиться достоверно значимой прибавки урожая на 20—87 % (таблица).

Продуктивность естественного сенокоса в пойме р. Вычегда

№	Варианты	Урожайность, т/га	Сбор обменной энергии, ГДж/га	Кормовые единицы, тыс./га в А.С.В.	Содержание сырого протеина в А.С.В., %
1	Контроль (естественный луг)	10,8	3,67	2,5	10,6
2	НРК (фон)	16,4	6,18	4,4	10,6
3	Фон + РА <sub>о</sub>	20,2	8,27	5,4	11,6
4	Фон + HS <sub>w</sub>	20,2	7,82	4,9	11,3
5	РА <sub>о</sub>	13,0	5,19	3,7	9,3
6	HS <sub>w</sub>	15,4	5,86	3,8	10,6
НСР <sub>05</sub>		0,2			

Наибольший урожай сформировался в варианте с применением изучаемых полисахаридных препаратов по фону минеральных удобрений. В обоих вариантах прибавка составила 87 %, или на 9,4 т/га выше, чем в контроле, и на 3,8 т/га выше, чем по чистому фону минеральных удобрений.

Применение препаратов в чистом виде позволило получить 20—42 % прибавку к урожайности. Внесение пектинов на основе ели позволило повысить урожайность на 2,2 т/га выше, чем в контроле. В варианте с использованием пектинов на основе борщевика прибавка составила 4,6 т/га.

Использование пектиновых полисахаридов в чистом виде повысило сбор обменной энергии на 41—59 %. Применение их по фону минеральных удобрений увеличило сбор на 113—125 % по отношению к контролю и на 27—33 % по отношению к фону НРК.

Наибольшее содержание кормовых единиц в заготовленном корме зафиксировали в варианте с применением пектинов ели по фону минеральных удобрений — 5,4 тыс./га. В целом же применение пектиновых полисахаридов позволило повысить сбор кормовых единиц на 50—116 %.

Содержание сырого протеина в варианте с применением минеральных удобрений и пектинов борщевика в чистом виде оказалось таким же, как и в

контроле, а в варианте с применением пектинов ели в чистом виде оказалось даже ниже, чем в контроле на 1,3 %. Лишь в вариантах с комплексным применением пектиновых полисахаридов по фону минеральных удобрений наблюдали прибавку содержания сырого протеина на 0,7—1,0 %.

В результате исследований, проведенных в пойме р. Вычегда в 2016 г. нами установлено:

- все изучаемые нами препараты показали свою эффективность, как в чистом виде, так и по фону NPK;

- применение пектиновых полисахаридов по фону NPK дало равнозначный результат и позволило получить прибавку к урожайности на 87 %;

- сбор обменной энергии повышается по отношению к контролю на 41—59 % при внесении изучаемых препаратов в чистом виде и на 113—125 % по фону NPK;

- применение пектиновых полисахаридов позволило повысить сбор кормовых единиц на 50—116 %;

- наибольшее содержание кормовых единиц в заготовленном корме зафиксировали в варианте с применением пектинов ели по фону минеральных удобрений — 5,4 тыс./га;

- в вариантах с комплексным применением пектиновых полисахаридов по фону минеральных удобрений наблюдали прибавку содержания сырого протеина на 0,7—1,0 %.

#### **Библиографический список**

1. Сельское хозяйство в Республике Коми [Текст] : стат. сб. — Сыктывкар, 2008. — 226 с.
2. Гиль, А. Ф. Влияние минеральных удобрений на урожай природных травостоев пойм рек Коми АССР [Текст] : дис. ... канд. с.-х. наук / А. Ф. Гиль. — Москва, 1974. — 187 с.
3. Муромцев, Г. С. Регуляторы роста растений [Текст] / Г. С. Муромцев // Аграрная наука. — 1993. — № 3. — С. 21—24.
4. Конюшков, Н. С. Методика опытных работ на сенокосах и пастбищах [Текст] / Н. С. Конюшков. — Москва, 1961. — 288 с.
5. Доспехов, Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований) [Текст] / Б. А. Доспехов. — Москва : Агропромиздат, 1985. — 351 с.
6. Аринушкина, Е. В. Руководство по химическому анализу почв [Текст] / Е. В. Аринушкина. — Москва : МГУ, 1970. — 489 с.
7. Петербургский, А. В. Практикум по агрономической химии [Текст] / А. В. Петербургский. — Москва : Колос, 1968. — 496 с.

В статье представлены пятигодичная и шестигодичная схемы выращивания элитного картофеля, которые могут быть реализованы в элитхозах Республики Коми, рассмотрены методики и технологии получения сортов высоких репродукций.

**Ключевые слова:** картофель, элита, схема, мини-клубни, клоны.

**А. Г. Тулинов,**  
кандидат сельскохозяйственных наук  
(ФГБНУ НИИСХ Республики Коми;  
Сыктывкарский лесной институт)

## **СХЕМЫ ВЫРАЩИВАНИЯ КАРТОФЕЛЯ ВЫСОКИХ РЕПРОДУКЦИЙ В ЭЛИТХОЗАХ РЕСПУБЛИКИ КОМИ**

В современной практике первичного семеноводства картофеля применяют два основных способа воспроизводства исходного материала [1, 2]:

1) оздоровление сортов на основе меристемной культуры и отбора лучших меристемных линий, свободных от инфекций; клональное размножение меристемных микрорастений в лабораторных условиях; выращивание безвирусных мини-клубней в защищенном грунте или гидропонных модулях;

2) отбор здоровых исходных растений и клонов в полевых условиях на основе визуальных оценок и лабораторных методов тестирования на наличие вирусной, виroidной и бактериальной инфекции.

Используя эти способы, в большинстве базовых элитно-семеноводческих хозяйств в качестве основных вариантов наиболее широко применяют две схемы с пятигодичным циклом производства элитного картофеля из оздоровленных мини-клубней или на основе клонового отбора.

Пятигодичная схема выращивания элиты на основе тепличных и гидропонных мини-клубней [3]:

1-й год — мини-клубни, полученные от безвирусных микрорастений в защищенном грунте или в гидропонных модулях;

2-й год — первая полевая репродукция из мини-клубней;

3-й год — супер-суперэлита;

4-й год — суперэлита;

5-й год — элита.

Пятигодичная схема выращивания элиты на основе клонового отбора:

1-й год — отбор исходных растений (клонов) в полевых питомниках на основе визуальных оценок и лабораторных тестов по листовым пробам;

2-й год — питомник испытания клонов 1-го года;

3-й год — супер-суперэлита (или питомник клонов 2-го года);

4-й год — суперэлита;

5-й год — элита.

При использовании первой схемы для выращивания 100 т элиты обычно требуется ежегодно получать не менее 4,5—5,0 тыс. оздоровленных мини-

клубней, которые высаживают в питомнике полевого испытания на площади 0,1 га. В период вегетации в этом питомнике проводят строгий негативный отбор и контроль зараженности растений методом иммуноферментного анализа (далее — ИФА). Полученный урожай клубней первой полевой репродукции (30—40 тыс. кондиционных клубней) в дальнейшем используют для закладки питомника супер-суперэлиты на площади 1 га, суперэлиты — 5 га и элиты — 25 га.

При втором варианте схемы (на основе клонового отбора) для выращивания 100 т элиты рекомендуется отбирать до 1,0 тыс. исходных растений (кустов) в зависимости от коэффициента размножения и общего уровня зараженности растений в тех полевых питомниках, где проводят отбор исходных растений (тщательная визуальная оценка каждого растения в период бутонизации и в начале цветения с дополнительной проверкой каждого из них методом ИФА по листовым пробам).

Предварительно намечают к отбору растения, отвечающие следующим основным требованиям: типичные данному сорту по морфологическому строению, абсолютно здоровые по внешнему виду (доли листа равномерно окрашены, без признаков крапчатости, гладкие или с типичной для сорта волнистостью), с характерным для сорта количеством стеблей в кусте, нормально развитые (все стебли в кусте по толщине и высоте равномерны).

Чтобы предохранить предназначенные к отбору растения от летающих тлей — основных переносчиков вирусной инфекции, ботву уничтожают в ранние сроки химическим или механическим способом. Клубни отобранных растений убирают не ранее чем через две недели после уничтожения ботвы. При уборке проводят вторую и окончательную оценку растений по урожаю. При этом соблюдают следующие требования: все клубни каждого куста должны быть типичны для данного сорта, без признаков веретеновидности, здоровые (в соответствии с допусками, установленными государственным стандартом на оздоровленный исходный материал), количество товарных клубней, характерное для сорта, и переход от крупных к мелким обычный, типичный для основной массы здоровых растений [4, 5].

Урожай каждого отобранного растения (клона) затаривают в отдельный пакет или мешочек из капроновой ткани и закладывают на зимнее хранение на стеллажах в обычных хранилищах при наиболее благоприятных режимах. Для проведения зимнего лабораторного теста с применением ИФА от каждого клона обычно берут по одному клубню.

На следующий год проводят оценку отобранных исходных растений по потомству в соответствии с методикой испытания клонов первого года, а при необходимости и клонов второго года. Те клоны, в которых обнаруживаются растения с симптомами вирусных болезней или веретеновидности клубней, полностью выбраковываются. Затем объединенный клоновый материал используют непосредственно для выращивания супер-суперэлитного или суперэлитного картофеля в зависимости от применяемой схемы. Обычно для сортов, восприимчивых к вирусам, требуется двухгодичный поддерживающий клоновый отбор.

Многолетний опыт показывает, что проводить отборы клонов в полевых питомниках с общей зараженностью свыше 50 % не имеет смысла. Именно в

таком материале чаще всего наблюдается быстро прогрессирующее нарастание вирусной инфекции с каждой последующей полевой репродукцией, что приводит к резкому ухудшению семенных качеств и падению продуктивности уже в течение 2—3 лет.

Максимальную эффективность в повышении качества элиты можно обеспечить, сочетая биотехнологические методы оздоровления сортов, клональное микроразмножение, выращивание мини-клубней из меристемных микрорастений в защищенном грунте или в гидропонной культуре с поддерживающими клоновыми отборами в полевых условиях. Чтобы обеспечить гарантированное качество, необходимо систематически обновлять исходный (предбазисный) материал на основе введения в культуру и поддержания банка лучших исходных линий, тщательно проверенных на сортовую типичность и наличие вирусной, виroidной и бактериальной инфекции.

В современных условиях исключительно важное значение имеет поиск эффективных путей оптимизации процесса элитного семеноводства в направлении сокращения материальных, трудовых, энергетических затрат и удешевления стоимости производства элиты. В последнее время в результате резкого повышения цен на энергоносители многие элитхозы вынуждены отказаться от выращивания оздоровленного исходного материала в зимних теплицах по традиционной технологии из-за высокой себестоимости производства тепличных клубней и низкой окупаемости затрат при дальнейшем их использовании в элитном семеноводстве. Гидропонный способ производства мини-клубней хотя и имеет существенные преимущества, является дорогостоящим, что обуславливает необходимость оптимизации объемов его применения в элитном семеноводстве.

По нашим оценкам, для многих элитхозов наиболее экономичной и хозяйственно выгодной может быть шестигодичная схема выращивания элиты на основе производства минимальных объемов мини-клубней в защищенном грунте или в гидропонной культуре в сочетании с последующим проведением поддерживающих клоновых отборов в полевых условиях.

Шестигодичная схема выращивания элиты на основе сочетания биотехнологических методов и клоновых отборов (объемы в расчете на 100 т элиты) [3]:

1-й год — мини-клубни, полученные из меристемных микрорастений — 0,05—0,1 тыс. штук;

2-й год — отбор кустов (клонов) в первой полевой репродукции из мини-клубней;

3-й год — питомник испытания клонов 1-го года;

4-й год — супер-суперэлита (или питомник клонов 2-го года для восприимчивых к вирусам сортов);

5-й год — суперэлита;

6-й год — элита.

Шестигодичная схема позволяет сократить потребность в производстве оздоровленных мини-клубней (в расчете на 100 т элиты) до 10—12 тыс. штук и уменьшить затраты на их производство примерно в 3—4 раза по сравнению с наиболее распространенной в настоящее время пятигодичной схемой. При этом

сочетание современных промышленных способов выращивания оздоровленных мини-клубней и поддерживающих клоновых отборов позволяет обеспечить достаточно надежное качество элиты, что является экономически и хозяйственно выгодным.

#### **Библиографический список**

1. Развитие агротехнологий повышения продуктивности картофелеводства в условиях Севера [Текст] : монография / Г. Т. Шморгунов, А. Г. Тулинов, С. В. Коковкина [и др.]. — Сыктывкар : ФГБНУ НИИСХ Республики Коми : ГОУ ВО КРАГСИУ, 2016. — 127 с.
2. Оздоровленный семенной картофель. Рекомендации по выращиванию [Текст] / Ф. Ф. Замалиев, З. З. Салихова, З. Сташевски [и др.]. — Казань, 2006. — 44 с.
3. Шморгунов, Г. Т. Рекомендации по селекции и семеноводству картофеля в условиях Республики Коми [Текст] / Г. Т. Шморгунов, А. Г. Тулинов, И. Е. Пузанова. — Сыктывкар : ГНУ НИИСХ Республики Коми Россельхозакадемии, 2012. — 34 с.
4. Рекомендации по профилактике болезней картофеля в Республике Коми [Текст] / Г. Т. Шморгунов, А. Г. Тулинов, Н. С. Шестопалова, Н. Н. Киселева. — Сыктывкар : ГНУ НИИСХ Республики Коми Россельхозакадемии, 2011. — 28 с.
5. Коршунов, А. В. Картофель России [Текст]. Т. 3 / А. В. Коршунов. — Москва, 2003. — 332 с.



В настоящей работе представлены результаты научных исследований по влиянию различных систем удобрений на изменение агрохимических показателей дерново-подзолистой почвы, а также урожайность культур кормового севооборота.

**Ключевые слова:** почва, плодородие, органические и минеральные удобрения, урожайность, кормовой севооборот, кислотность, гумус.

**Н. Т. Чеботарев,**  
доктор сельскохозяйственных наук  
(ФГБНУ НИИСХ Республики Коми)

## **ЭФФЕКТИВНОСТЬ КОМПЛЕКСНОГО ПРИМЕНЕНИЯ УДОБРЕНИЙ КУЛЬТУР КОРМОВОГО СЕВОБОРОТА В УСЛОВИЯХ ЕВРО-СЕВЕРО-ВОСТОКА**

Земледелие является одним из наиболее сильных факторов воздействия на природную среду и преобразованные ландшафты. В современной земледелии удобрение — важнейшее средство возврата, активного целенаправленного регулирования питания растений, круговорота и баланса биогенных веществ, последовательного повышения плодородия и на этой основе увеличения продуктивности агроценозов и поддержания экологического равновесия в природе.

Повышение продуктивности агроценозов дерново-подзолистых почв Севера невозможно без совершенствования технологий сохранения и расширенного воспроизводства плодородия почв и возделывания сельскохозяйственных культур, адаптированных к региональным почвенно-климатическим условиям [1, 2].

Ресурсы органических удобрений в связи с кризисом животноводства крайне истощены, минеральные удобрения — дорогостоящи, поэтому решение задачи по повышению плодородия почв необходимо решать за счет расширения посевов однолетних и многолетних трав и их смесей, что является наиболее доступным и низкзатратным способом повышения плодородия и продуктивности культур северных территорий.

Цель настоящей работы — изучить влияние систем удобрений на плодородие дерново-подзолистой почвы, продуктивность и качество культур кормового севооборота.

Исследования по использованию различных систем удобрений в кормовом севообороте проводили в 1978—2015 гг. на дерново-подзолистой легкосуглинистой среднекультуренной почве [3]. Агрохимические показатели почвы и схема опыта приведены в таблице ниже. Кормовой севооборот имел следующее чередование культур: картофель, вико-овсяная смесь с подсевом многолетних трав, многолетние травы 1 г. п., многолетние травы 2 г. п., вико-овсяная смесь, картофель.

Органические удобрения в виде торфонавозного компоста (ТНК) вносили два раза за ротацию севооборота, под картофель. Средние агрохимические показатели ТНК были следующими: рНксл — 7,2—7,5; сухое вещество — 26—

30 %; зольность — 20—24 %; содержание общего азота — 0,52—0,60 %, общего фосфора — 0,50—0,56 %, общего калия — 0,42—0,48 %. Для восполнения выноса элементов питания урожаями сельскохозяйственных культур ежегодные дозы минеральных удобрений составили: под картофель — N60P30K180, вико-овсяную смесь — N40P32K116, многолетние травосмеси — N40P32K108. В опыте использовали также пониженные их дозы (1/2 и 1/3 от полной дозы). Планируемая урожайность зеленой массы викоовсяной смеси — 20,0 т/га, многолетних травосмесей — 15,0 т/га и картофеля — 15,0 т/га.

Влияние длительного внесения удобрений в кормовом севообороте на агрохимические свойства дерново-подзолистой почвы в слое 0—20 см

Вариант Год	Общий гумус по Тюрину, %		pH <sub>KCl</sub>		Гидролитическая кислотность (H <sub>l</sub> )		Сумма поглощенных оснований (S)		P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>		K <sub>2</sub> O	
	1978	2015	1978	2015	мг-экв./100 г почвы		мг/кг почвы		мг/кг почвы		мг/кг почвы	
					1978	2015	1978	2015	1978	2015	1978	2015
Без удобрений (контроль)	2,1	2,1	5,5	4,1	3,1	5,4	10,3	10,5	223	165	146	86
1/3 NPK	2,3	2,2	5,6	4,4	3,7	5,1	13,6	11,2	193	215	148	106
1/2 NPK	2,5	2,3	5,6	4,5	3,4	5,1	16,8	11,6	187	217	152	115
NPK	2,5	2,4	5,4	4,4	3,4	5,3	14,8	12,5	201	235	156	126
ТНК 40 т/га — Фон 1	2,5	3,2	5,2	4,5	3,7	4,8	15,3	12,8	211	217	148	111
Фон 1 + 1/3 NPK	2,4	2,6	5,3	4,4	3,7	5,0	13,9	12,3	212	234	162	118
Фон 1 + 1/2 NPK	2,4	2,8	5,2	4,5	3,4	5,1	14,6	12,7	246	262	178	126
Фон 1 + NPK	2,1	3,0	4,8	4,2	4,2	4,9	13,3	11,8	184	214	181	132
ТНК 80 т/га — Фон 2	2,4	3,3	5,3	4,7	3,8	4,6	15,5	10,9	201	212	170	128
Фон 2 + 1/3 NPK	2,0	2,4	5,1	4,6	3,9	4,8	11,7	11,8	180	206	173	140
Фон 2 + 1/2 NPK	2,6	2,8	5,2	4,7	4,4	5,3	13,0	12,4	240	274	185	158
Фон 2 + NPK	2,3	2,6	5,3	4,8	3,6	4,7	13,2	12,2	227	289	190	178
НСР <sub>05</sub>	0,24	0,27	0,47	0,46	0,31	0,49	1,45	1,25	20,4	26,2	15,8	14,6

В результате длительных исследований установлено, что удобрения оказали существенное влияние на изменение основных агрохимических свойств дерново-подзолистой почвы. Повышение содержания гумуса было наиболее значительным при использовании одного компоста (на 0,7—0,9 %) и совместного его применения с минеральными туками (на 0,3—0,5 %) по сравнению с исходным его количеством. При внесении одних минеральных удобрений (во всех дозах) содержание гумуса в почве снизилось до уровня 2,2—2,4 %, что на 0,1—0,2 % ниже, чем в начале опыта. Это указывает на то, что минерализация гумуса опережала его гумификацию из-за недостаточных объемов поступления в почву органического вещества в виде торфонавозного компоста и пожнивно-корневых остатков возделываемых культур.

Важным положительным результатом наших исследований является то, что в варианте без удобрений удалось сохранить исходное содержание гумуса (2,1 %) и получать достаточно высокую среднюю урожайность (2,7 т/га сухого вещества) кормовых культур благодаря поступлению в почву значительных объемов растительных остатков, в первую очередь многолетних трав, их гумификации и минерализации под воздействием микроорганизмов.

По всем вариантам опыта наблюдается повышение обменной и гидролитической кислотности почвы, что можно объяснить недостаточным поступлением в почву кальция и магния. Отмечено в наибольшей степени, повышение обменной кислотности в вариантах с минеральными удобрениями (на 1,0—1,2 ед. рН), в вариантах с органическими удобрениями (на 0,6—0,9 ед. рН) и совместном использовании органических и минеральных удобрений, особенно в высоких дозах (ТНК 80 т/га + 1 NPK) она повысилась незначительно (на 0,5 ед. рН). Подобная закономерность отмечена и по гидролитической кислотности. В варианте без удобрений обменная кислотность повысилась на 1,4 ед. рН, гидролитическая — 2,3 мг-экв./100 г почвы.

В вариантах с ТНК и NPK, а также совместном их применении установлено значительное повышение содержания подвижных форм фосфора (на 10—30 мг/кг) за счет минерализации органического удобрения, пожнивно-корневых остатков культур, а также неполного использования растениями фосфора и калия из удобрений на холодных почвах Севера [4].

Внесение торфоавозного компоста и минеральных удобрений в кормовом севообороте способствовало повышению урожайности сельскохозяйственных культур, особенно при совместном их применении.

Так, в среднем за две ротации севооборота, урожайность сухого вещества картофеля в вариантах опыта составила 2,1—3,9 т/га сухого вещества, превысив контроль на 14—86 %. При повышении доз минеральных удобрений с 1/3NPK до NPK урожайность увеличилась с 2,4 до 2,8 т/га. При повышении дозы ТНК с 40 до 80 т/га она возросла с 2,9 до 3,2 т/га, а прибавка к контролю — с 38 до 52 %.

Урожайность однолетних трав при внесении одних минеральных удобрений и двух доз ТНК составляла соответственно 3,4—4,0 и 3,5—3,8 т/га сухого вещества, что на 10—29 и 13—22 % выше по сравнению с контролем. Совместное применение органического и минеральных удобрений существенно повышало урожайность однолетних трав, особенно при использовании полной дозы NPK (4,3—4,4 т/га и на 39—42 % выше контроля).

Применение минеральных удобрений для подкормки многолетних трав увеличило их урожайность до 4,4—5,7 т/га с. в., что выше продуктивности контрольного варианта на 47—90 %. Так же как и на предыдущих двух культурах, наиболее значительное повышение урожайности многолетних трав было от совместного действия туков и органического удобрения, внесенного под картофель (4 раза за две ротации севооборота).

В результате длительных научных исследований установлено, что системы удобрений значительно воздействовали на химический состав кормовых культур. Содержание сухого вещества в картофеле с повышением доз органических и минеральных удобрений снижалось на 2—4 %.

Экономические расчеты показали, что с увеличением доз удобрений выработка от реализации дополнительной продукции кормовых культур повышалась до 157 тыс. руб./га, а условный чистый доход возрастал — 96 тыс. руб./га.

Из вариантов органоминеральной системы удобрений особо можно выделить два: 40 т/га ТНК + 1/2 NPK — себестоимость продукции составила

6,9 тыс. руб./т, уровень рентабельности — 177,3 % и 80 т/га ТНК + 1/2 NPK — себестоимость 7,6 тыс. руб./т, уровень рентабельности 172,6 %, условный чистый доход 96 тыс. руб./га.

Таким образом, оптимальным приемом удобрения сельскохозяйственных культур в кормовом севообороте на дерново-подзолистой среднеоккультуренной почве — совместное применение торфонавозного компоста (80 т/га два раза за 6 лет) и минеральных удобрений (в дозах, рассчитанных по выносу питательных веществ планируемыми урожаями культур). При таком способе удобрения значительно повышается плодородие почвы, продуктивность возделываемых культур, а также экономическая эффективность производства.

#### **Библиографический список**

1. Заболоцкая, Т. Г. Северный подзол и удобрения [Текст] / Т. Г. Заболоцкая. — Ленинград : Наука, 1985. — 179 с.
2. Войтович, Н. В. Оптимизация минерального питания в агроценозах Центрального Нечерноземья [Текст] / Н. В. Войтович, Б. П. Лобода. — Москва : НИИСХ ЦРНЗ, 2005. — 193 с.
3. Доспехов, Б. А. Методика полевого опыта [Текст] / Б. А. Доспехов. — Москва : Агропромиздат, 1985. — 351 с.
4. Косолапов, В. М. Роль кормопроизводства в обеспечении продовольственной безопасности России [Текст] / В. М. Косолапов // Адаптивное кормопроизводство. — 2010. — № 1. — С. 16—19.

Для гипотетической схемы электроэнергетической системы проведено сравнение результатов показателей балансовой надежности, полученных на основе применения для формирования случайных состояний методов статистического моделирования и их полного перебора, с учетом и без учета плановых ремонтов и аварийности системообразующих связей.

**Ключевые слова:** электроэнергетическая система, показатели, балансовая надежность, системообразующие связи, статистическое моделирование, сходимость.

**Ю. Я. Чукреев,**  
доктор технических наук  
(ИСЭиЭПС Коми НЦ УрО РАН;  
Сыктывкарский лесной институт)

## **ПЛАНОВЫЕ РЕМОНТЫ СИСТЕМООБРАЗУЮЩИХ СВЯЗЕЙ И ИХ ВЛИЯНИЕ НА БАЛАНСОВУЮ НАДЕЖНОСТЬ ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ <sup>1</sup>**

**Введение.** Известно, что основными факторами, позитивно влияющими на надежность электроэнергетических систем (ЭЭС), как при функционировании, так и управлении их развитием, являются резервы генерирующих мощностей территориальных зон и запасы пропускных способностей связей (ПСС). Мероприятия по их созданию являются весьма дорогостоящими и достаточно инерционными. Поэтому при управлении развитием ЭЭС они должны тщательно обосновываться. Как правило, на одной чаше весов стоят затраты на создание и поддержание резервов мощности и запасов ПСС, на другой — ущербы, вызванные снижением надежности из-за их недостаточности. Надежность технических систем и, ЭЭС в частности, всегда оценивалась количественными показателями, учитывающими вероятностную природу случайных событий, приводящих к отказам.

В задаче управления развитием ЭЭС оценки подлежит надежность баланса мощности (балансовая надежность, *adequacy*), под которой понимается способность системы обеспечивать совокупный спрос на электрическую энергию и мощность потребителей в пределах заданных ограничений на поставки энергоресурсов с учетом запланированных и обоснованно ожидаемых незапланированных перерывов в работе ее элементов, а также эксплуатационных ограничений. В современных условиях показатели балансовой надежности (ПБН) невозможно оценить без наличия соответствующего модельного и программного обеспечения. В работе [1] были проведены исследования по сравнению отечественных и зарубежных вероятностных ПБН. В качестве таковых рассматривались широко применяемые за рубежом ПБН в виде длительности в течение года потери нагрузки в сутках — *Loss of Load Expectation* — *LOLE* и в часах — *Loss of Load Hours* — *LOLH*, а в нашей стране — вероятности бездефицитной работы  $\rho = 1 - J_d$  ( $J_d$  — интегральная вероятность появления дефицита мощности)

---

<sup>1</sup> Работа выполнена при поддержке гранта УрО РАН № 15-15-27-44.

[2—5 и др.]. Методически была показана строгая взаимосвязь этих показателей, в том числе на условия принятия решений по обоснованию средств резервирования, практически проверенная на примере реальной ЭЭС. Поэтому ниже рассматривается именно этот ПБН.

**Факторы, влияющие на ПБН ЭЭС в современных условиях.** В объединении ЭЭС на количественные величины ПБН в основном влияют следующие факторы и случайные события:

- генерирующие мощности и их структура в отдельных территориальных зонах;
- плановые ремонты генерирующего и сетевого оборудования (текущие, средние и капитальные);
- запасы пропускной способности связей в нормальном режиме между выделенными в модели схемы ЭЭС территориальными зонами;
- графики изменения нагрузок территориальных зон в разрезе года и суток, их регулярные и нерегулярные максимумы;
- нерегулярные колебания нагрузки и ошибки прогнозирования;
- снижение генерирующей мощности территориальных зон из-за аварийных повреждений агрегатов электростанций;
- снижение запаса пропускной способности связей из-за аварийных повреждений линий электропередачи.

Генерирующие мощности определяются установленной мощностью электростанций с учетом различных ограничений планового характера, пропускные способности — предельно возможными режимами по статической устойчивости ЭЭС и в течение расчетного периода времени ( $T_p$ , обычно год) могут меняться за счет ввода нового и демонтажа старого оборудования. Эти изменения, также как и вариация нагрузки, в расчетном периоде времени носят дискретный характер. При определении ПБН в существующих программных комплексах эти изменения учитываются простым разбиением расчетного периода времени на интервалы времени ( $T_t$ , минимально 1 ч), в течение которых параметры оборудования и нагрузка неизменны. Констатируя, отметим, что отмеченные факторы, безусловно, влияют на ПБН, но они прогнозируемы и детерминированы и их учет не вызывает значительных трудностей при разработке программных продуктов оценки ПБН.

Случайный характер мощностей на выбранных интервалах дискретности обусловлен действиями трех последних из перечисленных выше факторов. В современных условиях при ежегодно выполняемом специалистами ОАО «СО ЕЭС» и ОАО «ФСК ЕЭС» анализе работы ЕЭС России на семилетний период планирования<sup>2</sup> используется так называемый сценарный подход, с учетом характеристик ошибок прогноза нагрузки в основном из-за температурных аномалий, описываемых нормальным законом распределения. Значительная сложность в оценке ПБН сопряжена с моделированием возможных случайных состояний, вызванных выводом в аварийный ремонт генерирующего и сетевого оборудования. В дальнейшем, для простоты не будет учитываться случайная

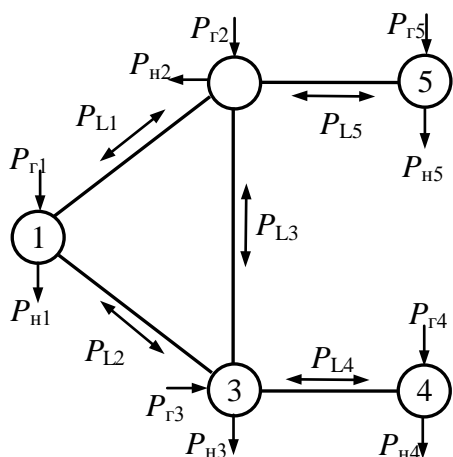
---

<sup>2</sup> Ежегодно утверждаемая приказом Минэнерго России «Схема и программа развития Единой энергетической системы России семилетний период», № 309 от 19 июня 2013 г.

составляющая ошибки прогноза нагрузки, что в целом, в силу ее постоянства для всех рассматриваемых сценариев, не скажется на анализе результатов с позиций возможных погрешностей учета ремонтных составляющих ЛЭП связей, соединяющих территориальные зоны ЭЭС.

Процесс определения ПБН для каждого выделенного временного интервала времени состоит из двух взаимосвязанных этапов: формирования теми или иными способами расчетных состояний системы обусловленных аварийными выходами элементов системы и определения последствий для потребителей территориальных зон ЭЭС, вызванных этими состояниями. Формирование расчетных состояний системы можно осуществить либо полным перебором всех возможных состояний, либо методами статистического моделирования. Модели, основанные на методах статистического моделирования, нашли более широкое применение при оценке ПБН сложных ЭЭС [3, 5, 6 и др.]. В данной статье основное внимание уделено вопросам оценки влияния на ПБН вывода связей в ремонт (плановый и аварийный). Для этого используется программный комплекс [7], позволяющий получать ПБН, используя для формирования случайных расчетных состояний территориальных зон ЭЭС, как комбинаторное, так и статистическое моделирование, дополненный учетом состояний планового и аварийного ремонта ЛЭП. Эталонной считается модель, основанная на комбинаторном моделировании. Представленные ниже результаты в основном получены на основе использования модели, базирующейся на применении методов статистического моделирования. Эталонная модель используется только в расчетах для оценки погрешности получаемых ПБН.

**2. Характеристика гипотетической схемы ЭЭС.** Схема гипотетической ЭЭС выбрана радиально-кольцевой (рисунок). Это сделано для того, чтобы оценить влияние вывода в ремонт связей при различном сочетании величин компенсационного резерва мощности. Параметры генерирующего и сетевого оборудования территориальных зон подобраны таким образом, чтобы соответствовать реальным расчетным схемам ЭЭС. Используемая в балансе мощность для простоты принята равной располагаемой. Общая характеристика территориальных зон ЭЭС при их работе на условиях обеспечения собственного баланса мощности представлена в табл. 1, в которой  $N_{ед}$  — единичная мощность генераторов,  $q_{ав}$  — среднестатистическое значение аварийного выхода генерирующего и сетевого оборудования. Там же представлена характеристика запасов пропускной способности и суммарных аварийного и планового норм вывода в ремонт связей. Величина компенсационного резерва мощности по системе в целом составляет величину 4800 МВт (7,7%). Такая величина резерва характерна для  $j$ -х территориальных зон ЭЭС, работающих с нормативом надежности  $\rho_j = 1 - J_{дj} = 0,996$ .



Гипотетическая схема ЭЭС

**Таблица 1.** Характеристика территориальных зон и связей ЭЭС

Территориальные зоны (узлы)								
Исходные параметры		1	2	3	4	5	ЭЭС	
Генерирующая мощность ( $P_{г}$ ), МВт		13600	13300	13200	13600	13600	67300	
Максимальная нагрузка ( $P_{н}$ ), МВт		12500	12500	12500	12500	12500	62500	
Компенсационный резерв, МВт/%		1100/8,8	800/6,4	700/5,6	1100/8,8	1100/8,8	4800/7,7	
Параметры генерирующей мощности	$N_{ед}$	$q_{ав}$	Количество генераторов					
	100	0,040	30	33	32	36	36	167
	200	0,055	53	50	50	50	50	253
Связи (связываемые узлы)								
Исходные параметры		1 (1—2)	2 (1—3)	3 (2—3)	4 (3—4)	5 (2—5)		
Пропускная способность ( $P_L$ ), МВт		300	400	300	400	300		
Нормативы ремонта, о. е.		0,011	0,021	0,015	0,015	0,011		

Для оценки влияния учета вывода в ремонт связей производится варьирование величины компенсационного резерва мощности только в 4-й территориальной зоне и пропускной способности связи (3—4), соединяющей ее с остальной частью ЭЭС. Процесс варьирования осуществляется так, чтобы для условий не учета выхода связей в ремонтные состояния, во всех территориальных зонах достигалось примерное значение нормативного ПБН  $\rho_j = 0,996$ . На наш взгляд, такой подход наиболее правильный для достижения чистоты приведенных ниже экспериментальных расчетов.

**3. Условия самообеспеченности территориальных зон ЭЭС.** В табл. 2 представлены результаты расчетов оценки ПБН для различного представления случайных состояний связей, вызванных их ремонтом, при условии самообеспеченности территориальных зон ЭЭС в компенсационном резерве мощности. Для схемы ЭЭС, территориальные зоны которой связаны одной ЛЭП, проведена серия расчетов при условии работы всех связей (в табл. 2 строка 1, вероятность рабочего состояния  $p = 0,929069$ ) и последовательного вывода в ремонтное состояние всех 5 связей (строки 2—6, вероятности  $p$  в таблице). Моделирование осуществлено на основе эталонной модели полного перебора возможных состояний аварийного ремонта только генерирующего оборудования. Накопленные результаты по выводу в ремонт всех связей сравнивались с расчетами, полученными на полной схеме в результате статистического моделирования состояний на генерирующем и сетевом оборудовании (строка 8).

Отметим, что процент погрешности по ПБН в виде м. о. недоотпуска электроэнергии несколько меньше, чем представленные в табл. 2 по интегральной вероятности дефицита мощности. Анализируя полученные результаты, можно сделать однозначный вывод, что применение методов статистического моделирования для формирования случайных состояний с учетом аварийных и плановых простоев линий электропередачи согласуется с применением критерия  $N - 1$ . Следует отметить, что при увеличении числа ЛЭП между территориальными зонами процент погрешности в ПБН, полученных при применении методов статистического моделирования и при использовании критерия  $N - 1$  увеличивается. Это вполне объяснимо, в силу выпадения ряда состояний при использовании последнего критерия. При использовании критерия  $N - 2$  процент



погрешности достигает примерно тех же величин, что и приведенные в строке 9 табл. 2.

**Таблица 2.** Результаты ПБН в виде для ЭЭС и ее территориальных зон

Показатель	ЭЭС	1	2	3	4	5	
Варианты с работой всех связей и с выводом в поочередный ремонт одной связи*							
1. Работа всех связей ( $p = 0,929069$ )	0,006375	0,003081	0,003405	0,003467	0,003276	0,003481	
2. Связь 1—2 ( $p = 0,0103334$ )	$\times 10^{-3}$	0,1068	0,0427	0,0617	0,0455	0,042	0,0507
3. Связь 1—3 ( $p = 0,0199290$ )		0,2409	0,0877	0,0873	0,1427	0,1173	0,0831
4. Связь 2—3 ( $p = 0,0141482$ )		0,1560	0,0508	0,0791	0,0795	0,069	0,0675
5. Связь 3—4 ( $p = 0,0141482$ )		0,2554	0,0879	0,0915	0,1066	0,1338	0,0703
6. Связь 2—5 ( $p = 0,0103334$ )		0,1722	0,0557	0,0701	0,0600	0,0487	0,0977
Результирующие показатели по критерию $N - 1$							
7. Сумма показателей по п. 1—6	0,007306	0,003406	0,003795	0,003902	0,003687	0,003850	
По статистическому моделированию с учетом аварийности связей, заданной в табл. 1							
8.	0,007328	0,003409	0,003888	0,003907	0,003700	0,003858	
9. Процент погрешности $(7-8)/7$	-0,301	-0,088	-2,45	-0,102	-0,353	-0,208	
10. Без учета норм ремонта связей	0,006861	0,003316	0,003762	0,003732	0,003526	0,003746	
11. Процент погрешности $(7-10)/7$	6,09	2,64	0,87	4,36	4,37	2,70	

\* Вероятность ( $p$ ) определялась, например для 1-й связи в численном исчислении выражением (табл. 1):  $0,011 \cdot (1 - 0,021) \cdot (1 - 0,015) \cdot (1 - 0,015) \cdot (1 - 0,011) = 0,0103334$ .

В строке 10 табл. 2 приведены результаты расчета ПБН для случая не учета ремонтных состояний связей. Из следующей строки видно, что это приводит незначительное снижение ПБН, в пределах инженерной погрешности. В случае работы территориальных зон ЭЭС на самообеспечении по резервам мощности учет фактора вывода в ремонт отдельных ЛЭП связей на наш взгляд нецелесообразен. С другой стороны, следует признать, что при наличии исходной информации, учет этого случайного фактора не приносит сколь-нибудь значительных затрат времени на получение результата. Исследования показали, что затраты времени, связанные в первую очередь с достоверностью получения результата [7], в силу необходимости моделирования большего числа состояний, в зависимости от уровня резервирования в ЭЭС, увеличиваются минимум в полтора раза. Для моделей расчетных схем ЭЭС России это может служить негативным фактором, особенно при решении задачи обоснования средств резервирования.

#### **4. Влияние учета ремонтных состояний связей для условий нарушения самообеспеченности территориальных зон ЭЭС**

Нарушение самообеспеченности территориальных зон в резервной мощности может наблюдаться в современных условиях при переходе от рассмотрения расчетных схем, территориальные зоны которых представлены в виде ОЭС, к схемам с числом территориальных зон до 100—120. В нашем гипотетическом примере нарушение самообеспеченности территориальных зон ЭЭС осуществлялось путем изменения величин резерва мощности в зонах 3 и 4 и уровня пропускной способности соединяющей их связи (3—4). Для «чистоты» эксперимента число и нормы ремонтных состояний данной связи не изменялись. Уро-

вень запаса пропускной способности связи подбирался таким образом, чтобы вероятностные ПБН во всех территориальных зонах были примерно равными оптимальным величинам. Была проведена серия расчетов для отличающихся в два раза норм ремонтных состояний связей. Результаты представлены в табл. 3.

**Таблица 3.** Погрешности вероятностных ПБН для случая не учета ремонтных состояний связи 3-4 для различного резерва мощности в узле 4

Компенсационный резерв мощности, МВт		Процент погрешности при разных уровнях аварийности ( $q$ ) связей			
		$q = 0,011—0,021$		$q = 0,0055—0,0105$	
ЭЭС	№ 4	ЭЭС	№ 4	ЭЭС	№ 4
4800	1100	6,09	4,36	3,24	2,34
4800	1000	7,2	6,6	3,9	3,2
4800	900	8,45	8,94	4,24	4,54
4800	800	9,48	10,8	5	5,4
4800	700	10,9	13,12	5,73	6,97
4800	600	12,97	15,93	7,11	8,96
4800	500	15,38	19,18	8,58	11,22
4800	400	18,03	22,78	10,56	14,01
4800	300	21,73	27,72	13,7	17,8

Из представленной таблицы видно, что с уменьшением компенсационного резерва мощности, как и ожидалось, процент погрешности растет. Норма ремонтных состояний ЛЭП связей влияет на изменение погрешности практически пропорционально, при ее уменьшении в два раза примерно во столько же раз изменяется и процент погрешности. Математическое ожидание аварийных ремонтов генерирующего оборудования в узле 4 колеблется в зависимости от величины компенсационного резерва мощности в пределах 600—700 МВт. Именно ниже этих значений компенсационного резерва мощности погрешности становятся выше 10 %, но и это, на наш взгляд, для схем ЭЭС России, с числом территориальных зон, превышающим 40, не является критичным. Следует отметить, что для всех представленных расчетов погрешность результатов, полученных на основе применения методов статистического моделирования и критерия  $N - 1$ , не выходила за пределы 3 %.

**Заключение.** Плановые выводы в ремонт линий электропередачи связей оказывают влияние на ПБН тем большее, чем меньше компенсационный резерв в территориальной зоне, связываемой данной связью с остальной частью ЭЭС. Показано, что применение методов статистического моделирования для формирования случайных состояний связи достаточно хорошо согласуется с применением критерия  $N - 1$  при наличии одной ЛЭП в связи,  $N - 2$  — двух и т. д. Учет плановых ремонтов ЛЭП, входящих в соединяющие территориальные зоны связи модели расчетной схемы ЭЭС, неизбежно приводит к увеличению затрат времени на получение достоверного результата методами статистического моделирования (до двух и более раз).

### Библиографический список

1. Чукреев, Ю. Я. Показатели балансовой надежности и их нормирование при управлении развитием электроэнергетических систем: информационный аспект [Текст] / Ю. Я. Чукреев // Известия РАН. Энергетика. — 2015. — № 5. — С. 33—44.
2. Руденко, Ю. Н. Надежность систем энергетики [Текст] / Ю. Н. Руденко, И. А. Ушаков. — Москва : Наука, 1986. — 252 с.
3. Волков, Г. А. Оптимизация надежности электроэнергетических систем [Текст] / Г. А. Волков. — Москва : Наука, 1986. — 117 с.
4. Чукреев, Ю. Я. Модели обеспечения надежности электроэнергетических систем [Текст] / Ю. Я. Чукреев. — Сыктывкар : Коми НЦ УрО РАН, 1995. — 176 с.
5. Чукреев, Ю. Я. Модели оценки показателей балансовой надежности при управлении развитием электроэнергетических систем [Текст] / Ю. Я. Чукреев, М. Ю. Чукреев. — Сыктывкар : Коми НЦ УрО РАН, 2014. — 207 с.
6. Надежность систем энергетики: достижения, проблемы, перспективы [Текст] / Г. В. Ковалев, Е. В. Сеннова, М. Б. Чельцов [и др.] ; под ред. Н. И. Воропая. — Новосибирск : Наука. СО РАН, 1999. — 434 с.
7. Чукреев, Ю. Я. Обоснование применения методов статистического моделирования в задаче оценки балансовой надежности ЭЭС [Текст] / Ю. Я. Чукреев // Методические вопросы исследования надежности больших систем энергетики. — Вып. 66. — Минск, 2015. — С. 426—433.

За счет внедрения в производство светодиодов различного спектра света, конвейерных технологий и современных средства автоматизации сельскохозяйственная продукция будет обладать низкой себестоимостью. Производство будет полностью независимо от природно-климатических факторов, что является важным сдерживающим условием при производстве продукции в традиционном сельском хозяйстве Республики Коми.

**Ключевые слова:** свет, спектр, лампы, светодиоды, освещенность.

**М. Ю. Шлык,**  
младший научный сотрудник  
(ФГБНУ НИИСХ Республики Коми)

**А. Г. Тулинов,**  
кандидат сельскохозяйственных наук  
(ФГБНУ НИИСХ Республики Коми;  
Сыктывкарский лесной институт)

## **ВЛИЯНИЕ СПЕКТРА СВЕТОДИОДНЫХ ЛАМП НА РОСТ И РАЗВИТИЕ СВЕТОКУЛЬТУРЫ В ЗАКРЫТОМ ПОМЕЩЕНИИ**

Получение свежей, зеленой, богатой витаминами сельскохозяйственной продукции в условиях Севера и Республики Коми, где ощущается хронический ее недостаток, особенно в зимний период, актуально на сегодняшний день. Разработка автоматизированного производства закрытой гидропонной культуры, оптимизация технологии возделывания различных культур и внедрение в производство гидропонных комплексов позволит обеспечивать население данной продукцией в любое время года [1].

За счет внедрения в производство светодиодов различного спектра света, конвейерных технологий и современных средства автоматизации данная продукция будет обладать низкой себестоимостью.

Излучаемый спектр света, необходимый растениям является важным преимуществом светодиодных светильников. Это связано с тем, что не все составляющие спектра света необходимы растениям, кроме того в различные фазы роста культуре требуется определенный спектр излучения. В зависимости от длины волн различают три спектра света: ультрафиолетовый, инфракрасный и спектр видимого излучения. Волны с длиной менее 380 нм — это ультрафиолет, с длиной более 760 нм — инфракрасный свет. Длины волн видимого света заключены в интервале от 380 нм до 760 нм. Для растений значение имеет не цвет излучения, а правильно подобранная длина волны света. Из солнечного спектра поглощается хлорофиллом растений преимущественно свет длины волн 440—470 нм и 630—670 нм (излучения красного и синего цветов). Красный спектр влияет на развитие корневой системы, цветение и созревание плодов, синий — отвечает за увеличение зеленой массы, скорость роста и увеличение размера листьев. В солнечном свете около 60 % видимого спектра — зеленая составляющая, а также присутствует инфракрасное и ультрафиолетовое из-

лучение, которое растениями не поглощается. Ненужный растениям свет приводит к их чрезмерному перегреву и обезвоживанию, и они большую часть, полученной от света энергии, начинают тратить на свое водоснабжение. В светодиодных светильниках, кроме отсутствия волн с длиной, соответствующей зеленому цвету, также отсутствуют инфракрасные и ультрафиолетовые составляющие, что позволяет растениям весь полученный свет использовать только для своего роста. Светодиодные лампы для растений способствуют не только укреплению стебля и росту плотных листьев, но и повышению содержания биологически активных веществ и витаминов в плодах растений [2].

Согласно нижеприведенным данным, если использовать светильники для растений даже из шести спектров можно получить идеальные условия для роста растений.

**Ультрафиолетовое излучение.** Такой спектр, конечно же, может оказать негативное влияние на растения, так как порог ниже 280 нм будет губительным. Можно наблюдать, как листья желтеют, или становятся бурого цвета, а стебли постепенно скручиваются. Но в реальности озоновый слой задерживает этот уровень излучения, и в итоге он не достигает поверхности земли.

**Длинные ультрафиолетовые лучи.** Этот порог начинается с 315 нм и доходит до максимальной отметки ультрафиолетового излучения (380 нм). Благодаря такому спектру стебли растений не идут в рост, а становятся более массивными. Немаловажным будет образование витаминов при подобном излучении. Что касается нижнего порога данных лучей, то они помогают растениям стать менее восприимчивыми к холодным температурам, что особенно хорошо во время роста овощных культур осенью.

**Фиолетовые и синие лучи.** Они, как и ультрафиолетовое освещение, помогают растениям стать более крепкими. Это достигается за счет того, что ствол перестает расти, а листья становятся больше. Таким образом, растение способно поглощать больше света, и это приводит к лучшему росту. Благодаря тому, что при подобном спектре освещения возникают самые идеальные условия для фотосинтеза, растения переходят к периоду цветения (короткодневные) или же замедляют свое развитие (длиннодневные).

**Зеленый спектр.** Что касается такого освещения, то зеленый спектр цвета способен свободно пройти через листья, при этом процесс фотосинтеза будет минимальным. Но, именно благодаря этому освещению, растение вытягивается и становится более высоким.

**Оранжевый и красный спектр лучей.** Это основная энергия для фотосинтеза. Благодаря этому освещению растение начинает развиваться с необыкновенной быстротой по сравнению с более низким излучением. По этой причине можно днем посмотреть на растения, а уже на следующее утро заметить, насколько они выросли. Это будет в корне отличаться от процесса роста в течение дня. Осевые органы и листья поглощают это освещение с максимальной интенсивностью, и в процессе фотосинтеза образуется значительное количество углеводов.

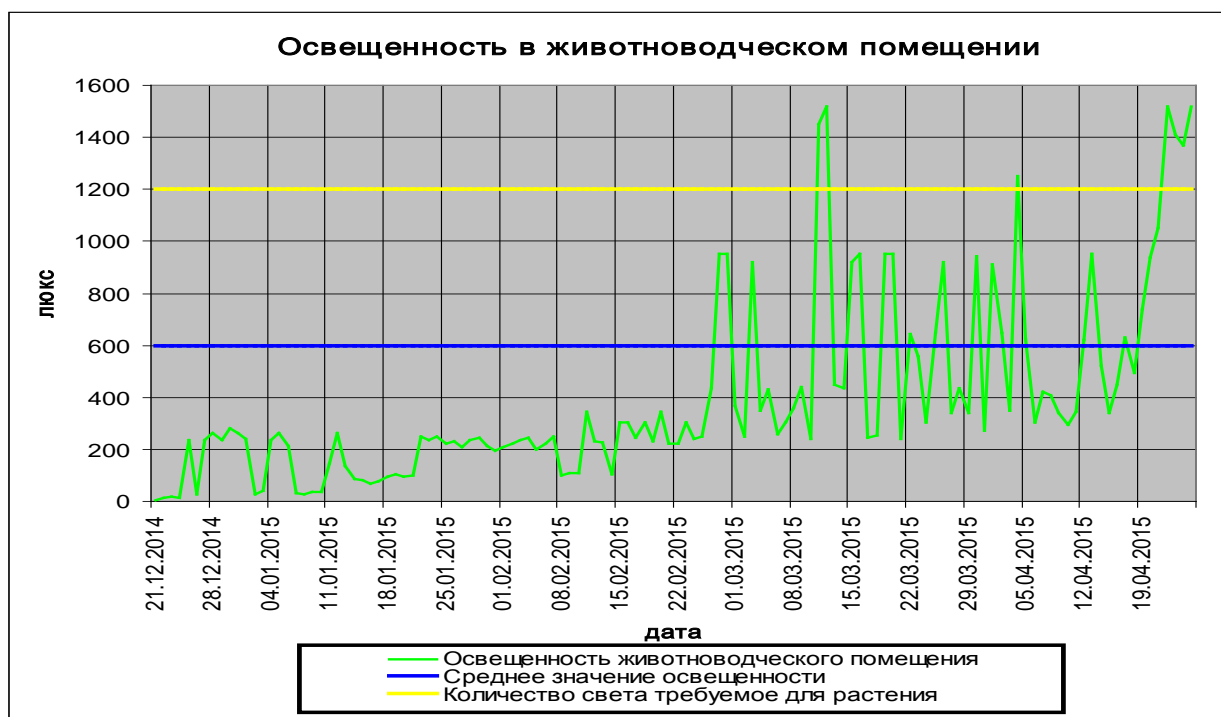
После того, как учеными была установлена особенность красного спектра лучей (600—690 нм), они пришли к выводу, что растения идеально будут вос-

принимать смену света темноты, а также обратный процесс. По этой причине на определенной стадии роста растения лучше всего использовать именно этот спектр излучения, постепенно переводя его в инфракрасный свет. После этого можно повторять процедуру, что в несколько раз ускоряет рост самих растений. В итоге при использовании специализированных ламп, вы получаете: ускорение развития растения, усиление процессов роста, большое повышение урожайности.

Инфракрасный спектр света способен погубить растение, но только при увеличении длины волн. Например, ближние лучи идеально подойдут для фотосинтеза и окажут положительное влияние на произрастание побегов, увеличение стеблей культур и хороший рост плодов. При ближнем излучении в условиях низких температур листья частично поглощают излучение, но не перегреваются, и это, опять же, способствует фотосинтезу. Что же касается длинных инфракрасных лучей, то они только повысят общую температуру листьев, и они завянут [3].

Таким образом, при использовании специализированных светильников для растений, можно получить идеальные условия для их выращивания, а скорость развития растений и роста плодов увеличится в несколько раз.

Нами были проведены исследования на базе СПК «Небдинский» (с. Небдино, Республика Коми) для выявления параметров светового режима в животноводческом помещении для выращивания гидропонного зеленого корма (рисунок).



Параметры освещенности в животноводческом помещении

Было выявлено, что световой поток в животноводческом помещении в зимне-стойловый период в среднем составляет 600 люмен в течение светового

дня, в то время как для выращивания ГЗК (гидропонный зеленый корм) требуется 1000—1200 люмен. На основе этих данных определили необходимый период досветки, который составляет 4 часа в сутки с  $15^{00}$  в течение всего периода выращивания гидропонного зеленого корма и осуществляется светодиодной лентой SMD 3528, световой поток ленты регулируется в пределах 250—350 люмен/м<sup>2</sup>, при потребляемой мощности 4,8 Вт/ч на 1 метр ленты.

По данным из таблицы видно, что при естественном освещении в животноводческом помещении урожайность и питательность гидропонного зеленого корма меньше соответственно на 32,3 и 54,5 %.

#### Урожайность и питательность ГЗК при различных режимах освещенности

Наименование образца	Урожайность, кг/м <sup>2</sup>	Кормовые единицы
При естественном освещении	5,12	0,51
При частичной досветке 50 % от заданной программы	6,90	0,73
При освещении по программе	7,56	1,12

Повышение урожайности за счет досвечивания ГЗК в вечерний период составило около 30 %, а повышение питательности корма на 15 %, в отличие от зеленого корма, которое не подвергалось дополнительному освещению.

#### Библиографический список

1. Парахин, Н. В. Кормопроизводство [Текст] / Н. В. Парахин. — Москва : КолосС, 2006. — 304 с.
2. Дорофеев, В. Ю. Оптимизация светового режима при культивировании оздоровленных растений картофеля *in vitro* с целью повышения продукционного процесса [Текст] / В. Ю. Дорофеев, Ю. В. Медведева, Р. А. Карначук // Материалы VI Московского международного конгресса. Ч. 1. — Москва, РХТУ им. Д. И. Менделеева, 2011. — С. 238—239.
3. Карначук, Р. А. Гормональный статус, рост и фотосинтез растений, выращенных на свету разного спектрального состава [Текст] / Р. А. Карначук, И. Ф. Головацкая // Физиология растений. — 1998. — Т. 45, вып. 6. — С. 925—934.

Сельское хозяйство Республики Коми является весьма контрастным. Оно территориально различается: по уровню технологического развития, объемам производства и готовности к инновациям. При этом введение инноваций в сферу АПК является важнейшим условием его развития. Основными факторами, препятствующими реализации механизмов привлечения инвестиций в АПК, являются неразвитость транспортной и энергетической инфраструктуры в регионе, а также недостаток собственных средств для инвестирования у предприятий-заказчиков. Кроме того, население в периферийных районах, зачастую, не заинтересовано во введении инноваций в сельское хозяйство, поскольку производство здесь находится на достаточном для местного населения уровне. Экономическая эффективность предложенных мер заключается в оптимизации государственного регулирования направлений и интенсивности инновационных процессов в сельском хозяйстве республики на основе территориально-ориентированного подхода, а также применения новых организационных инструментов такого регулирования.

**Ключевые слова:** инновационное развитие, инновационный потенциал, агропромышленный комплекс.

**А. А. Юдин,**  
кандидат экономических наук;  
**Ю. В. Комова,**  
ведущий инженер-патентовед  
(ФГБНУ НИИСХ Республики Коми)

## **АНАЛИЗ И ОСОБЕННОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ МЕХАНИЗМОВ ПРИВЛЕЧЕНИЯ ИНВЕСТИЦИЙ В АПК РЕСПУБЛИКИ КОМИ**

В современной экономике инновационная деятельность является необходимым условием развития любой отрасли, в том числе и сельского хозяйства. Вместе с тем инновационное развитие регионального сельского хозяйства, особенно в условиях северных регионов с ярко выраженной сырьевой специализацией экономики, к которым и относится Республика Коми, требует поддержки со стороны государственных структур, которое должно осуществляться на основе стратегического планирования. Необходимость подобной поддержки обусловлена как большой социальной (а также политической) значимостью сельского хозяйства для северных регионов, так и с высокими рисками при реализации инноваций. Осуществление же государственной поддержки инновационной деятельности в сельском хозяйстве, как и отрасли в целом, вне рамок стратегического планирования, без связи с другими программами регионального развития может иметь ряд негативных последствий: от неэффективного расходования средств до перекосов в отраслевой и пространственной структуре региональной экономики [1]. Напротив, хорошо проработанная, согласованная с прочими планами регионального развития стратегия инновационного развития сельского хозяйства региона способна не только положительно повлиять на отрасль, но и оказать заметное позитивное воздействие на всю социально-экономическую структуру региона в целом.



Конечной целью реализации такой стратегии должна быть не только и не столько количественные, сколько качественные преобразования сельского хозяйства в регионе. Поэтому стратегия инновационного развития сельского хозяйства региона должна максимально учитывать его природные, демографические, историко-культурные и иные особенности, характер инфраструктуры и т.д. В целом, ее реализация должна создавать условия для развития гибкого по своим технологическим и организационным схемам, максимально ориентированного на потребности региона и современные требования к ведению сельскохозяйственной деятельности агропромышленного комплекса [2]. Разработка такой стратегии представляется актуальной для любого российского региона, в том числе и для Республики Коми.

Целью исследования является анализ и особенности применения механизмов, привлечения инвестиций в АПК Республики Коми.

Сельское хозяйство является особенной экономической отраслью, которую невозможно регулировать исключительно рыночными категориями спроса и предложения.

До 2014 г. уровень импорта производственных товаров рос в среднем на 14 % в год. Принятие эмбарго в отношении определенных видов сельскохозяйственных продуктов изменил ситуацию — рост импорта упал по сравнению с прошлым годом, чего не было на протяжении последних 5 лет [3].

Основой устойчивого экономического развития АПК является развитие и динамизм инновационной сферы, а именно: науки, новейших технологий, а также сельхозпредприятий, которые активно внедряют нововведения. Именно научно-технический прогресс способен изменить структуру производства в сельском хозяйстве, поменять его масштабы, а также оказать существенное влияние на состояние развития социальной сферы современного российского села [4].

Мировой опыт организации и финансирования инноваций в АПК является достаточно многообразным.

Республика Коми имеет достаточно высокий инновационный потенциал, который, тем не менее, имеет значительные препятствия к своей реализации (особенно в периферийных районах) из-за слабого развития инфраструктуры. Основной объем реализуемых инновационных проектов связан с пригородными хозяйствами крупных центров расселения, хотя, в последние годы инновационные инвестиционные проекты начали реализовываться и в периферийных районах.

Основными факторами, препятствующими реализации инновационных проектов, являются неразвитость транспортной и энергетической инфраструктуры в регионе, а также недостаток собственных средств для инвестирования у предприятий-заказчиков. Кроме того, население в периферийных районах, зачастую, не заинтересовано во введении инноваций в сельское хозяйство, поскольку производство здесь находится на достаточном для местного населения уровне [5].

Обобщив характеристики сельского хозяйства Республики Коми, можно сформулировать основные проблемы отрасли, требующие инновационных изменений. А именно:

- значительная зависимость объемов производимой сельхозпродукции от численности сельского населения в регионе;
- высокие контрасты в экономической эффективности производства и реализации сельхозпродукции между центральными и периферийными районами;
- необходимость повышения производства массовых видов сельхозпродукции до уровня самообеспечения внутрирегионального потребления, снижение рисков сельскохозяйственного производства и потерь производства и хранения.

Решение указанных проблем невозможно по отдельности, оно должно быть комплексным, иначе достигнутые результаты будут очень быстро утрачены. Например, сближение экономической эффективности производства в центральных и периферийных районах за счет внедрения на периферии материало- и энергосберегающих технологий может быть быстро сведено на нет общим повышением экономической эффективности производства в центральных районах. Широкое внедрение в практику сельского хозяйства центральных районов республики производства эксклюзивных продуктов существенно снизит объемы продукции широкого производства и т. д. Комплексный характер необходимых преобразований требует для принятия решений, связанных с управлением ими координационного органа, включающих представителей органов государственной власти, науки, сельскохозяйственного и смежных производств, финансовых кругов.

По своей сути такой координационный центр станет руководящей структурой проблемного направления — инновационного развития сельского хозяйства. Кроме того, он возьмет на себя функции налаживания взаимосвязи науки и образования, органов регионального и местного самоуправления, а также сельхозпроизводителей, так как в настоящее время сельское хозяйство республики еще не вышло на такой уровень самоорганизации, при котором подобные взаимосвязи эффективно бы возникали самостоятельно. Анализируя ситуацию в сельском хозяйстве республики и запросы региона к данной отрасли, координационный центр мог бы определять запросы на инновации, в том числе неосознанные и скрытые и выдавать заказы на соответствующие исследования и разработки профильным научным организациям. С другой стороны, анализируя существующие научные разработки, координационный центр вырабатывал бы рекомендации по их внедрению в сельское хозяйство республики и конкретных муниципальных образований, находил бы и потенциальных потребителей разработок среди региональных сельхозорганизаций.

Важным инструментом для привлечения средств бизнеса в инновационное развитие отрасли в современных условиях выступает государственно-частное партнерство [6]. Данная форма взаимодействия власти и бизнеса может быть эффективно применена в периферийных районах республики, где бизнес испытывает значительный дефицит платежеспособных заказчиков. Основное направление использования государственно-частного партнерства здесь для обеспечения инновационного развития — формирование инновационной среды (развитие инфраструктуры, создание сопутствующих производств, научные исследования и т. п.). Однако в условиях Республики Коми как северного региона эта форма взаимодействия государства и бизнеса приобретает ряд специфических черт.

Интенсивный путь развития, предполагающий увеличение отдачи от существующих земельных угодий и продуктивного стада без увеличения обрабатываемых площадей и поголовья животных, потребует увеличения продуктивности сельскохозяйственных угодий практически втрое, а продуктивности различных видов животноводства от полутора до двух раз. Это в природных условиях региона вряд ли достижимо.

За рассматриваемый срок единственным путем развития сельского хозяйства до уровня производства, предполагаемого Стратегией, является увеличение обрабатываемых площадей и количества мест на животноводческих фермах практически до уровня 2000 г. с введением в хозяйственную практику более производительной сельхозтехники, более урожайных и холодоустойчивых сортов растений и пород животных. При этом для повышения объемов производства картофеля, овощей и молока важную роль играет работа с населением: предоставление ему более эффективных сортов культурных растений, средств малой механизации и т. п. Однако внедрение новшеств в хозяйственную практику личных подсобных хозяйств — достаточно сложный вид инновационной деятельности в силу инерционности личного сельскохозяйственного производства, ориентированного, в первую очередь, на удовлетворение собственных потребностей.

Сельское хозяйство Республики Коми является в настоящее время отраслью, функционирование которой носит преимущественно социальную направленность. Высокая социальная значимость сельского хозяйства побуждает органы государственной власти региона осуществлять его поддержку [7]. Однако эта поддержка может и должна оказываться таким образом, чтобы затраты государства являлись более эффективными и в пересчете на единицу продукции имели тенденцию к снижению.

Указанную стратегию развития регионального сельского хозяйства можно вкратце сформулировать в виде трех основных принципов: территориальность, социальность, информационность. Территориальность предусматривает при принятии решения о поддержке того или иного инновационного проекта максимальную ориентацию на характер, настоящие и возможные будущие потребности места его реализации. Социальность — ориентация инновационных проектов в сельском хозяйстве региона прежде всего на потребности жителей Республики Коми. Информационность — применение современных информационных технологий при принятии решения о поддержке того или иного инновационного проекта, а также его информационная поддержка на всех стадиях реализации.

Таким образом, ведущая роль (по крайней мере, в ближайшие годы) в переводе сельского хозяйства Республики Коми на инновационные рельсы должна принадлежать государству, что, однако, не означает отказа от привлечения средств бизнеса в форме государственно-частного партнерства, а также средств самого сельского населения региона. В последующем роль государства в обеспечении инновационных процессов в сельском хозяйстве региона должна постепенно снижаться.

### Библиографический список

1. Рунов, Б. Новейшие технологии — основа эффективного развития сельского хозяйства [Текст] / Б. Рунов, Н. Пильникова // Экономика сельского хозяйства. — 2012. — № 2. — С. 25—34.
2. Санду, И. С. Проблемные вопросы инновационного развития АПК [Текст] / И. С. Санду. — Москва : ФГОУ РосАКО АПК, 2005. — 98 с.
3. Министерство сельского хозяйства и продовольствия [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <http://mshp.ru>.
4. Стукач, В. Ф. Аграрные инновации в системе стратегического развития региона [Электронный ресурс] / В. Ф. Стукач // Экономика и менеджмент инновационных технологий. — 2013. — № 7. — Режим доступа: <http://ekonomika.snauka.ru/2013/07/2856>.
5. Семьяшкин, Г. М. Прогнозируемый уровень конкурентоспособности продукции товаропроизводителей сельского хозяйства Республики Коми и разработка мероприятий по его повышению [Текст] / Г. М. Семьяшкин, С. И. Семенчин, Н. Д. Найденов. — Москва : ФГОУ РосАКО АПК, 2011. — 96 с.
6. Чиркина, М. В. Роль государственно-частного партнерства в развитии агропромышленного комплекса страны [Текст] / М. В. Чиркина, Е. В. Иода // Вестник ОрелГИЭТ. — 2012. — № 3 (21). — С. 29—32.
7. Чужмаров, А. И. Частно-государственное партнерство: содержание и принципы [Электронный ресурс] / А. И. Чужмаров, А. П. Шихвердиев // Корпоративное управление и инновационное развитие экономики Севера. Вестник Научно-исследовательского центра корпоративного права, управления и венчурного инвестирования Сыктывкарского государственного университета. — Режим доступа: <http://koet.syktsu.ru/vestnik/2012/2012-4/20/20.html>.
8. Министерство сельского хозяйства и продовольствия Республики Коми [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <http://mshp.rkomi.ru>.

## Секция «Актуальные проблемы заготовки и переработки древесины на предприятиях лесного комплекса»

УДК 674\*053

Жесткость полотна пилы является одним из критериев качества работы пилы. В статье рассматриваются аналитический и численный методы определения жесткости полотна круглой пилы. Рассчитаны численные значения жесткости. Сделан вывод о целесообразности применения численного метода для расчета жесткости пил с компенсационными прорезями.

**Ключевые слова:** круглая пила, жесткость, ansys, несимметричный изгиб.

**А. В. Власов,**  
старший преподаватель  
(Вятский государственный университет)

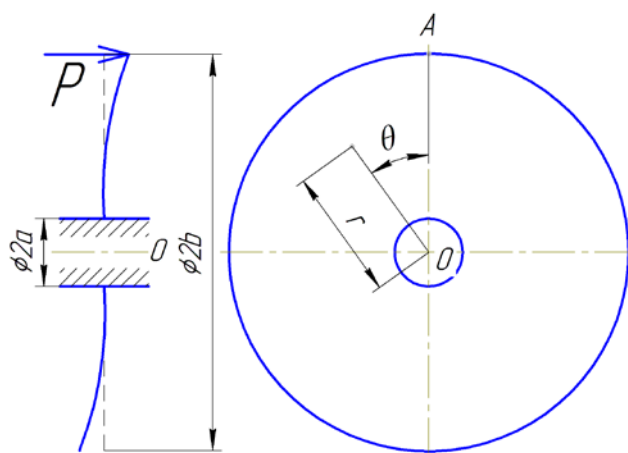
### ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЖЕСТКОСТИ ДИСКОВЫХ ДЕРЕВОРЕЖУЩИХ ПИЛ

В настоящее время в лесной промышленности широкое распространение получила обработка древесины круглыми пилами. Наряду с большим количеством положительных аспектов, круглые пилы имеют низкую устойчивость и, как следствие, большую толщину пропила по сравнению с рамными и ленточными пилами. В связи с тем, что проблема ресурсосбережения и энергосбережения актуальна как никогда раньше, необходимо уменьшать толщину полотна дисковой пилы, но решение этой проблемы невозможно без учета его жесткости.

Имеются различные способы определения жесткости полотна дисковой пилы, а именно: случай, когда пилу устанавливают на три опоры и измеряют прогиб в центре от воздействия силы тяжести, либо пилу подвешивают за центральное отверстие и измеряют прогиб на периферии, который так же вызван действием силы тяжести. В реальности в процессе пиления на полотно пилы действуют боковые силы в зоне резания, поэтому предлагается определять жесткость пилы при действии сосредоточенной боковой силы (рис. 1).

В данной статье для определения жесткости рассматривается круглая пила, зафиксированная по внутреннему контуру планшайбами и нагруженная поперечной сосредоточенной силой на внешнем контуре.

Впервые задача несимметричного изгиба диска была рассмотрена Рейснером [1]. Данный способ определения жесткости является аналитическим и поэтому требует ряда условий (идеализаций), например, полотно пилы принимается в форме сплошного цельного диска без зубьев и т. д.



**Рис. 1.** Схема нагружения диска

Для анализа принята схема нагружения, представленная на рис. 1.

Для решения данной задачи используем общее уравнение изгиба пластины [2]:

$$\Delta \Delta w = \frac{q}{D}, \quad (1)$$

где  $w$  — прогиб пластинки;  $q$  — поперечная распределенная нагрузка;

$D = \frac{E \cdot h^3}{12 \cdot (1 - \nu^2)}$  — цилиндрическая жесткость [2];  $h$  — толщина диска;  $E$  — модуль упругости Юнга;  $\nu$  — коэффициент Пуассона;  $\Delta = \frac{\partial^2}{\partial r^2} + \frac{1}{r} \frac{\partial}{\partial r} + \frac{1}{r^2} \frac{\partial^2}{\partial \theta^2}$  —

оператор Лапласа в цилиндрических координатах [2].

Решение данного уравнения (1), при несимметричном изгибе пластины, ищется в виде ряда Фурье [2]:

$$w = \omega_0 + \sum_{k=1}^{\infty} \omega_k \cos k\theta. \quad (2)$$

Так как угол  $\theta$  отсчитывается от радиуса  $OA$ , т. е. изгиб относительно данного радиуса симметричный, то в данном ряде Фурье (2), члены, содержащие  $\sin k\theta$ , могут быть отброшены.

Подставляя данное решение (2) в исходное уравнение (1), получим [2]:

$$\begin{cases} \omega_0 = a_0 + b_0 r^2 + c_0 \ln r + d_0 r^2 \ln r \\ \omega_1 = a_1 r + b_1 r^3 + c_1 r^{-1} + d_1 r \ln r \\ \omega_k = a_k r^k + b_k r^{-k} + c_k r^{k+2} + d_k r^{-k+2} \end{cases} \quad (3)$$

Коэффициенты  $a$ ,  $b$ ,  $c$ ,  $d$  уравнений системы (3) определяются из граничных условий.

На внутреннем радиусе диска, равном радиусу планшайбы ( $r = a$ ), прогиб и угол поворота пластины равны нулю [2]:

$$w = 0; \quad (4)$$

$$\frac{\partial w}{\partial r} = 0. \quad (5)$$

Наружный диаметр диска ( $r = b$ ) свободен, соответственно, граничные условия [2]:

$$M_r = -D \left[ \frac{\partial^2 w}{\partial r^2} + \nu \left( \frac{1}{r} \frac{\partial w}{\partial r} + \frac{1}{r^2} \frac{\partial^2 w}{\partial \theta^2} \right) \right] = 0. \quad (6)$$

Граничное условие для перерезывающей силы на пограничной окружности определится в виде ряда Фурье [2]:

$$Q_r = -D \frac{\partial}{\partial r} (\Delta w) = \frac{P}{\pi b} \left( \frac{1}{2} + \sum_{k=1}^{\infty} \cos k\theta \right), \quad (7)$$

так как данная сила непрерывна во всех точках окружности, за исключением точки  $A$ , где она испытывает разрыв непрерывности вследствие присутствия приложенной там сосредоточенной силы  $P$ .

Поочередно подставляя уравнения системы (3) в граничные условия определяем значения коэффициентов  $a$ ,  $b$ ,  $c$ ,  $d$  для каждого уравнения системы (3):

$$d_0 = -\frac{P}{8 \cdot \pi \cdot Y}, \quad c_0 = d_0 \cdot \frac{[2 \cdot (1 + \nu) \cdot \ln(b) + 3 + \nu - (2 \cdot \ln(a) + 1) \cdot (1 + \nu)] \cdot a^2 \cdot b^2}{b^2 \cdot (1 + \nu) - a^2 \cdot (\nu - 1)},$$

$$b_0 = -\left( \frac{c_0}{2 \cdot a^2} \right) - \left( \frac{d_0 \cdot (2 \cdot \ln(a) + 1)}{2} \right), \quad a_0 = -a^2 \cdot b_0 - \ln(a) \cdot c_0 - d_0 \cdot a^2 \cdot \ln(a),$$

$$d_1 = \frac{P}{\pi \cdot b \cdot Y \cdot \left[ \frac{2a^2(2 + \ln\left(\frac{b}{a}\right) + 9b^2 + a^2)}{2a^2b^2} - \left( \frac{3a^4 - 2a^2b^2 - 9b^4}{a^4b^4} \right) \cdot \frac{a^2b^2 \left[ 2a^2(1 + \nu + \nu \ln\left(\frac{b}{a}\right) - 3b^2(2 + \nu) + a^2\nu) \right]}{2[a^4(2 - \nu) - 2\nu a^2b^2 + 3b^4(2 + \nu)]} \right]}$$

$$c_1 = -\left[ \frac{a^2b^2 \left[ 2a^2(1 + \nu + \nu \ln\left(\frac{b}{a}\right) - 3b^2(2 + \nu) + a^2\nu) \right]}{2[a^4(2 - \nu) - 2\nu a^2b^2 + 3b^4(2 + \nu)]} \right] \cdot d_1,$$

$$b_1 = \frac{c_1}{a^4} - \frac{d_1}{2a^2}, \quad a_1 = -a^2b_1 - \left( \frac{c_1}{a^2} \right) - d_1 \cdot \ln(a),$$

$$d_k = \frac{-P}{\pi b Y \left[ k(2-k)b^{k-3} \left[ a^{2-2k}k - (2-k)b^{2-2k} \right] + a^2(k-1)b^{k-3}k \left[ a^{-2k}(k-2) + (k+2)b^{-2k} \right] - \left[ kb^{k-1} \left[ (k+2)^2 - a^2(k-2)kb^{-2} \right] - a^{2k+2}b^{k-3}k \left[ a^{-2k}(k-2) + (k+2)b^{-2k} \right] \right]}{}$$

$$\cdot \left[ \frac{b^{-k}(2-k)(1-k+\nu) - a^{2-2k}b^{k-2}k(k-1+\nu) + a^2(1-k)b^{k-2} \cdot \left[ (k+1-\nu)b^{-2k} - (k-1+\nu)a^{-2k} \right]}{b^k \left[ (k+2)(k+1+\nu) - a^2k(k-1+\nu)b^{-2} \right] + a^{2k+2}b^{k-2} \left[ (k+1-\nu)b^{-2k} - (k-1+\nu)a^{-2k} \right]} \right]$$

$$c_k = -\left[ \frac{b^{-k}(2-k)(1-k+\nu) - a^{2-2k}b^{k-2}k(k-1+\nu) + a^2(1-k)b^{k-2} \cdot \left[ (k+1-\nu)b^{-2k} - (k-1+\nu)a^{-2k} \right]}{b^k \left[ (k+2)(k+1+\nu) - a^2k(k-1+\nu)b^{-2} \right] + a^{2k+2}b^{k-2} \left[ (k+1-\nu)b^{-2k} - (k-1+\nu)a^{-2k} \right]} \right] \cdot d_k,$$

$$b_k = \frac{a^{2k+2}d_k}{k} + \frac{a^2(1-k)d_k}{k}, \quad a_k = -a^{-2k}b_k - a^2c_k - a^{2-2k}d_k.$$

Используя представленную выше математическую модель, рассчитываем прогиб диска пилы в точке *A*. Рассматриваем пилу диаметрами от 350 до 1250 мм с шагом 50 мм и толщинами от 1,6 до 5,0 мм с шагом 0,2 мм. Диаметр планшайб определяется по зависимости  $D_{ш} = 5\sqrt{2 \cdot b}$ . В расчёте принимаем следующие параметры материала пилы (сталь 9ХФ): модуль упругости Юнга  $E = 2,1 \cdot 10^5$  МПа ; коэффициент Пуассона  $\nu = 0,27$ ; величина поперечной сосредоточенной нагрузки принимается равной 1 Н. Рассматриваем случай, когда окружная скорость вращения диска и начальные напряжения равны нулю. Результаты расчетов представлены на рис. 2 в виде графика, отображающего зависимость прогиба от диаметра и толщины диска пилы.

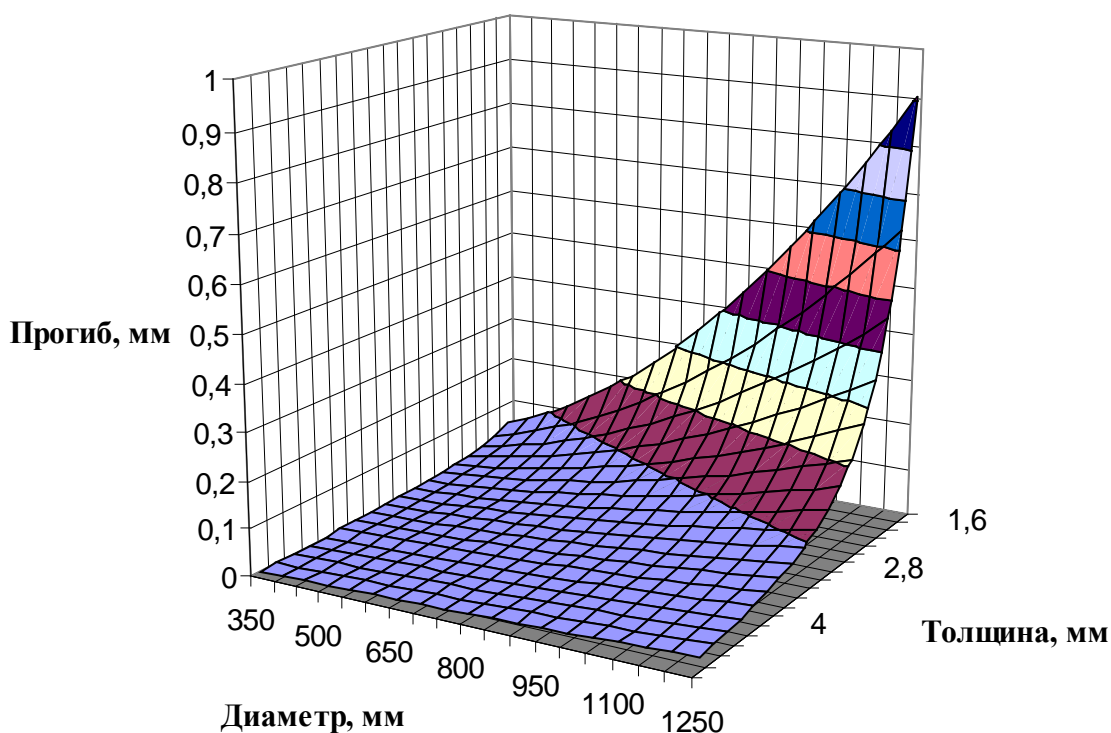


Рис. 2. Зависимость прогиба от диаметра и толщины диска пилы

По рекомендациям Стахиева Ю. М., жесткость пилы должна быть не менее  $30 \div 40$  Н/мм [3], т. е. величина прогиба при нагрузке в 1 Н должна составлять не более  $0,033 \div 0,025$  мм.

Из представленного графика (рис. 2) можно определить толщину пилы при заданном диаметре и рекомендованной величине прогиба. Например, для пилы диаметром 1000 мм, толщина должна быть не менее 4,2 мм.

Так же в программном комплексе ANSYS [4] численным методом (метод конечных элементов) была определена жесткость нескольких пил (рис. 3), результаты представлены в таблице ниже, из которой видно, что программа ANSYS достаточно точно определяет жесткость.

Применение данного программного продукта особенно актуально для пил сложной формы (наличие компенсационных прорезей, конические пилы) так как представленная выше аналитическая модель работает с учетом идеализаций формы пилы.



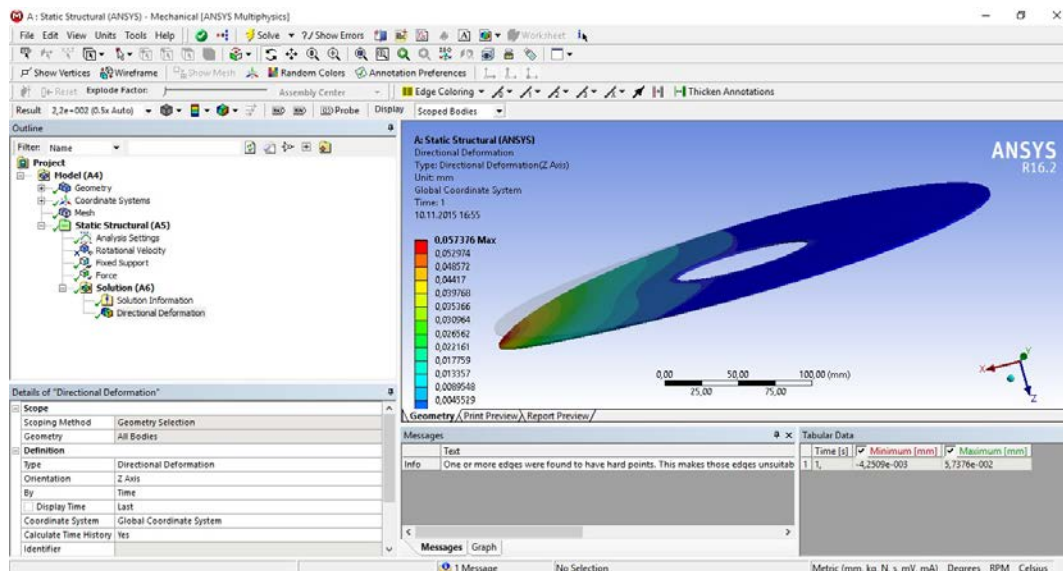


Рис. 3. Пример расчетов в программе ANSYS

### Прогиб диска пилы при нагрузке 1Н

Диаметр диска, мм	Толщина диска, мм	Прогиб, мм	
		аналитический метод	численный метод
350	1,6	0,053	0,057
500	2	0,062	0,069
650	2,6	0,051	0,058
800	3	0,052	0,062
950	3,6	0,044	0,052
1100	4	0,044	0,054
1250	4,6	0,038	0,046

### Библиографический список

1. Reißner, H. Über die unsymmetrische Biegung d'unner Kreisringplatten [Text] / H. Reißner // Ingenieur-Archiv. — 1929. — № 1. — P. 72—83.
2. Тимошенко, С. П. Пластинки и оболочки [Текст] : пер. с англ. / С. П. Тимошенко, С. Войновский-Кригер ; под ред. Г. С. Шапиро. — Изд. 3-е. — Москва : Наука, 1966. — 635 с.
3. Стахийев, Ю. М. Научно-технологические основы производства, подготовки и эксплуатации плоских круглых пил для распиловки древесины [Текст] : дис. ... д-ра техн. наук : 05.21.05 / Ю. М. Стахийев. — Архангельск, 2002. — 46 с.
4. Каплун, А. Б. ANSYS в руках инженера [Текст] : практ. рук-во / А. Б. Каплун, Е. М. Морозов, М. А. Олферьева.

В статье приведены результаты математического моделирования процесса абразивного износа с учетом виброактивности пары трения для применения полученных результатов в исследованиях процессов заточки дереворежущего инструмента с высоким качеством.

**Ключевые слова:** абразивный износ, виброактивность, частотные характеристики, интенсивности износа.

**С. Г. Ганапольский,**  
кандидат технических наук, доцент  
(Вятский государственный университет)

## **МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА АБРАЗИВНОГО ИЗНОСА ПРИ ЗАТОЧКЕ ДЕРЕВОРЕЖУЩЕГО ИНСТРУМЕНТА**

Исследования, направленные на повышение геометрической точности и снижение величины шероховатости затачиваемых поверхностей дереворежущего инструмента весьма актуальны.

С некоторыми допущениями процесс заточки различных видов дереворежущих инструментов можно рассматривать как абразивный износ. Данный вид износа исследуется в общей проблеме износостойкости, где выделяются две основные задачи:

1. Описание закономерностей изнашивания материалов трущейся пары в зависимости от механических воздействий и состава среды.
2. Определение параметров износа сопряжений узлов в конкретных условиях эксплуатации.

Первая задача составляет предмет теории трения и износа. Вторая задача является основной в проблеме эксплуатационной долговечности и надежности. Основные положения и закономерности теории трения и износа материалов создают принципиальные предпосылки для решения второй задачи. Только на основании этих положений может быть правильно учтено влияние условий эксплуатации: изменяющихся эпюр и характера нагружения рабочих поверхностей, масштабного фактора, состава рабочих сред, температур и т. п.

В свою очередь, первая задача может считаться решенной только в результате такого количественного описания механизма абразивного износа, которое позволит получить как методы расчета износа, так и способы управления этим процессом.

Кроме того, на процесс взаимодействия поверхностей пары трения оказывает влияние взаимосвязь динамических процессов и непосредственно процесса износа [1].

Вибрации, вызванные действием центробежных сил неуравновешенных роторов, колебаниями рабочих нагрузок, кинематическими возмущениями и т.п. определяют накопление усталостных напряжений и скорости протекания процессов изнашивания сопрягаемых деталей. В свою очередь, изменившиеся условия контакта в подвижных сопряжениях вызывают изменение отклика уп-

ругой системы машины. Уровень нагрузок и вибраций меняется, что вновь сказывается на скорости протекания процессов в сопряжении.

При общепринятой качественной оценке взаимовлияния двух процессов в специальной научно-технической литературе намечены лишь подходы к получению зависимостей, количественно оценивающих влияние уровня вибрации на износ сопрягаемых деталей или уровня износа на виброактивность.

Для исследования влияния динамических процессов на характеристики абразивного трения и получения математической модели процесса абразивного износа была разработана экспериментальная установка, состоящая из вращающегося диска, на плоскость которого фиксируется сменный абразивный материал, и виброактивного суппорта с закрепленным в нем испытываемым образцом (рис. 1). Данная конструкция позволяет установить зависимость интенсивности износа образцов (Сталь 30) от величины нагрузки, скорости трения, частотных характеристик и амплитуды колебаний виброактивного суппорта [2].

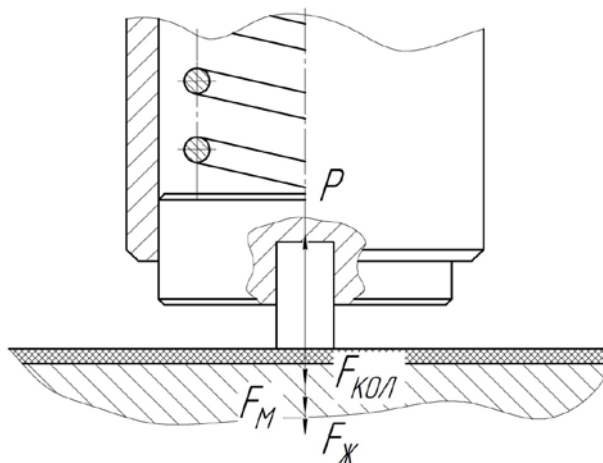


Рис. 1. Схема сил, действующих на образец

В общем случае скорость изнашивания выражается степенной функцией удельного давления и скорости скольжения:

$$\gamma = k \cdot p^m \cdot V^n, \quad (1)$$

где  $k$  — коэффициент, характеризующий износостойкость материала и условия работы данной пары (смазка, степень изоляции, загрязнение и т. д.);  $m, n$  — показатели, учитывающие вид изнашивания (для абразивного изнашивания  $m = n = 1$ );  $p = \frac{F}{S}$  — удельное давление (здесь  $F$  — сила прижатия образца;  $S$  — площадь сечения образца);  $V = \omega R$  — скорость трения образца.

Для получения математической модели процесса было получено выражение для силы  $P(t)$ :

$$P(t) = M \cdot g + C \cdot (x_0 - f(t)) + F \cdot \sin(\omega \cdot t), \quad (2)$$

где  $F_M = M \cdot g$  — сила веса;  $F_Ж = C \cdot (x_0 - f(t))$  — сила жесткости, изменяющаяся в процессе износа; — динамическая нагрузка системы.

В процессе изнашивания, а также под влиянием внешней изменяющейся нагрузки закон движения основания образца имеет следующий вид:

$$f(t) = \frac{F}{C} \cdot \beta \cdot \sin(\omega \cdot t) + x, \quad (3)$$

где  $\frac{F}{C} \cdot \beta \cdot \sin(\omega \cdot t)$  — колебание основания образца;  $x$  — движение основания образца за счет износа.

Подставляя выражение (8) в уравнение (7), получим:

$$P(t) = M \cdot g + C \cdot x_0 - C \cdot x - F \cdot \beta \cdot \sin(\omega \cdot t) + F \cdot \sin(\omega \cdot t), \quad (4)$$

$$P(t) = M \cdot g + C \cdot x_0 - C \cdot x + F \cdot (1 - \beta) \cdot \sin(\omega \cdot t). \quad (*)$$

Интенсивность износа образца при абразивном износе определится:

$$I = k \cdot q, \quad (5)$$

$$q = \frac{P}{S}. \quad (6)$$

Величину износа образца выразим как:

$$x = I \cdot L, \quad (7)$$

где  $L$  — путь трения.

$$L = v \cdot t. \quad (8)$$

Таким образом:

$$x = k \cdot \frac{P}{S} \cdot v \cdot t. \quad (**)$$

Подставляя (\*) в (\*\*), получаем:

$$x = \frac{k \cdot v \cdot t}{S} \cdot M \cdot g + C \cdot x_0 - C \cdot x + F \cdot (1 - \beta) \cdot \sin(\omega \cdot t). \quad (9)$$

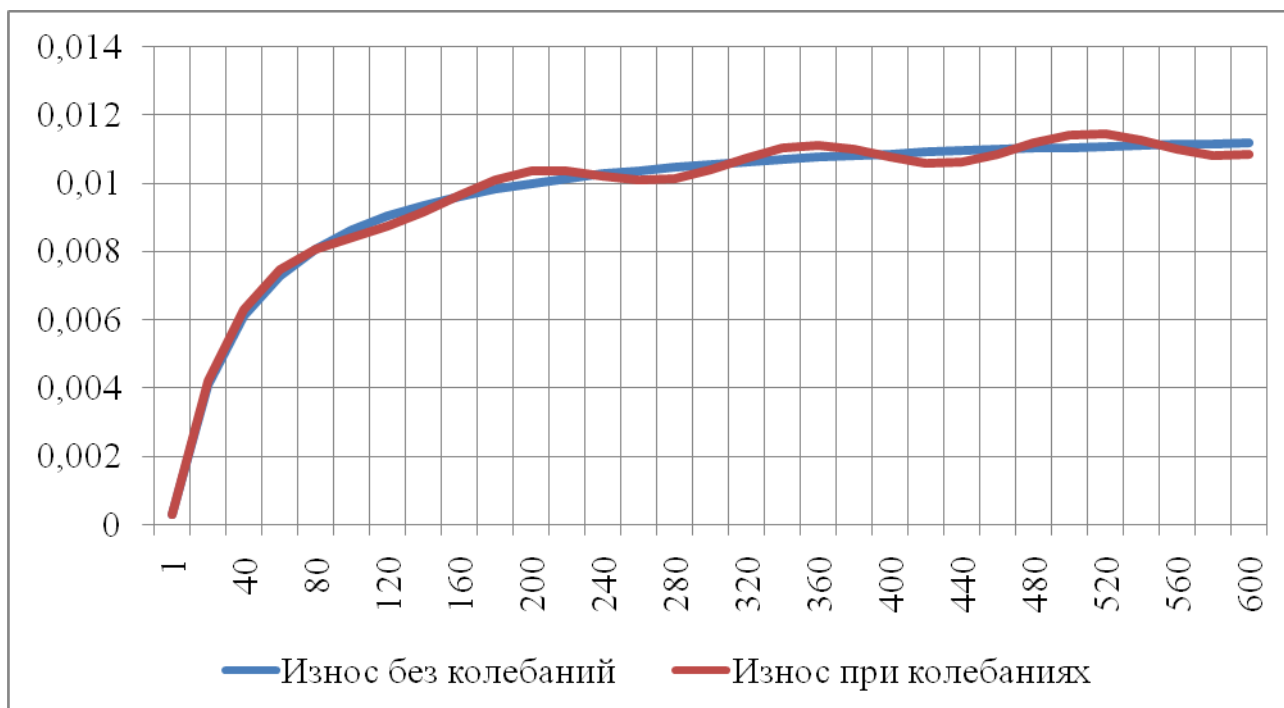
После преобразований получим:

$$x = \frac{M \cdot g + C \cdot x_0 + F \cdot (1 - \beta) \cdot \sin(\omega \cdot t)}{\frac{S}{k \cdot v \cdot t} + C} \quad (10)$$

После подстановки в уравнение (15) значений параметров одной из серий опытов ( $M = 0,547$  гр,  $g = 9,81$  м/с<sup>2</sup>,  $C = 4905$  Н/м,  $[x]_0 = 0,0108$  мм,  $S = 7,85 \cdot [10]^{(-5)}$  м<sup>2</sup>,  $v = 0,58$  м/с,  $\beta = 1/(1 - (\omega/p)^2)$ ,  $p = \sqrt{C/M}$ ,  $k = 7,27$ ), получены графики зависимости абразивного износа испытываемого образца при статической и динамической нагрузках (рис. 2), из которых видно, что за счет виброактивности пары трения

к величине статического износа в определенные промежутки времени добавляется составляющая:

$$z = \frac{F \cdot (1 - \beta) \cdot \sin(\omega \cdot t)}{\frac{S}{k \cdot v \cdot t} + C}$$



**Рис. 2.** График зависимости абразивного износа образца от длительности процесса

Таким образом, полученная модель (10) позволяет количественно оценивать интенсивность и величину абразивного износа в зависимости от виброактивности пары трения. Результаты эксперимента подтверждают адекватность результатов исследований.

#### Библиографический список

1. Крагельский, И. В. Трение и износ [Текст] / И. В. Крагельский. — Москва : Машиностроение, 1968. — 480 с.
2. Гананольский, С. Г. Математическая модель процесса абразивного износа при действии динамической нагрузки [Текст] / С. Г. Гананольский, А. Г. Федоровский // Всероссийская научно-техническая конференция «Наука — производство — технологии — экология» : сб. материалов. В 4 т. — Киров : Изд-во ГОУ ВПО «ВятГУ», 2010. — Т. 1. БФ, ФАМ, ХФ. — С. 328.

Предложена процедура имитационного моделирования ведомостей реласкопических площадок с учетом материалов лесотаксационного описания, используемых для определения планируемого объема заготавливаемой древесины на лесосеке. Для демонстрации процедуры численные расчеты проведены в программной среде MATLAB.

**Ключевые слова:** лесозаготовка, таксация, ведомость перечета.

**Н. Г. Евстафьев,**  
кандидат технических наук  
(Сыктывкарский лесной институт)  
**В. В. Королёв, А. В. Потапов**  
(ООО «Клариго»)

## ИМИТАЦИОННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ВЕДОМОСТЕЙ РЕЛАСКОПИЧЕСКИХ ПЛОЩАДОК ПРИ ТАКСАЦИИ ЛЕСОСЕК

Необходимость имитационного моделирования ведомостей реласкопических площадок возникает при проектировании лесосечного фонда лесозаготовительного предприятия при возможности использования полнотомеров [1, с. 9]. Поскольку проекты отвода и таксации лесосек проектируемого лесосечного фонда составляется в камеральных условиях с использованием материалов лесотаксационного описания, поэтому требуется определить, с учетом лесотаксационного описания, ведомости реласкопических площадок лесосеки, являющихся составной частью проекта отвода и таксации лесосеки для определения объема заготавливаемой древесины.

При решении поставленной задачи считается заданным лесосека  $\{d_1^{r,k(i)}, d_2^{r,k(i)}, \dots, d_m^{r,k(i)}\}$  площадью  $S$ , в пределах которой заданы выделы  $\Theta^j$  с границами  $G^j$  и площадями  $S^j$ , где  $S = \sum_{j=1}^m S_j$  и  $m$  — количество выделов.

Для лесосеки  $\{d_1^{r,k(i)}, d_2^{r,k(i)}, \dots, d_m^{r,k(i)}\}$  предполагается заданным категория древостоя, ликвидный удельный запас лесосеки  $Q^{\text{ликв}}$  и класс товарности  $K_{\text{тов}}$ , для которого с учетом соответствующих соотношений [1, с. 15] определяется  $P_{\text{отх}}$  — процент отходов и  $P_{\text{дел}}$  — процент деловых деревьев на лесосеке.

По материалам лесоустройства для каждого выдела  $\Theta^j$  определена полнота  $F_j$  и породный состав  $f^{1(j)}, f^{2(j)}, \dots, f^{K(j)}$ , где  $f^{k(j)}$  — доля  $k^j$  породы в составе насаждения. Для каждой  $k^j$  породы задан средний диаметр  $d^{k(j)}$ , средняя высота  $h^{k(j)}$ , общий удельный запас древесины  $q^{k(j)}$ . С учетом удельных запасов  $q^{k(j)}$  рассчитывается общий удельный запас выделов  $\Theta^j$  и для лесосеки в целом соответ-

$$\text{венно } Q_j^{\text{îâù}} = \frac{S_j}{S} \sum_{k=1}^{K(j)} q^{k(j)} \text{ и } Q^{\text{îâù}} = \sum_{j=1}^m Q_j^{\text{îâù}} .$$

При моделировании ведомостей реласкопических площадок лесосеки  $\{d_1^{r^{k(i)}}, d_2^{r^{k(i)}}, \dots, d_m^{r^{k(i)}}\}$  посредством поправочного коэффициента  $k_{\text{попр}}$  согласовываются общие удельные запасы древесины лесосеки  $Q^{\text{общ}}$  и соответствующих пород  $q^{k(j)}$ , полученные по лесотаксационным материалам, с заданным ликвидным удельным запасом древесины лесосеки  $Q^{\text{ликв}}$ , где  $k_{\text{попр}} = \frac{Q^{\text{ликв}}}{Q^{\text{общ}} \cdot (1 - P_{\text{отх}})}$ ;  $\hat{Q}^{\text{общ}} = k_{\text{попр}} \cdot Q^{\text{общ}}$  — согласованный общий удельный запас древесины лесосеки  $\{d_1^{r^{k(i)}}, d_2^{r^{k(i)}}, \dots, d_m^{r^{k(i)}}\}$ ;  $\hat{q}^{k(j)} = k_{\text{попр}} \cdot q^{k(j)}$  — согласованный общий удельный запас древесины породы  $k^j$ .

На основе средней высоты  $h^{k(j)}$  и лесотаксационного районирования для каждой породы  $k^j$ , с учетом приложения № 19 «Региональные таблицы видовых высот древостоев» Наставления по отводу и таксации лесосек [1, с. 48—56], определяются средние видовые высоты  $h_s^{k(j)}$ .

Предполагается заданным перечень реласкопических площадок  $W = (i, p_i)$ , где  $i \in [1, L]$  — номер площадки;  $p_i$  — тип площадки при условии  $p_i = 1$  — полная площадка,  $p_i = 0,5$  — половинная площадка,  $L$  — количество реласкопических площадок в ведомости  $W$ .

При этом суммарное количество полных площадок  $L_{\text{полн}} = \sum_{i=1}^l p_i$  должно соответствовать количеству полных круговых реласкопических площадок, определяемому в соответствии с наставлением по отводу и таксации лесосек [1, с. 13] с учетом заданной категории древостоя, полноте лесосеки  $F = \frac{1}{m} \cdot \sum_{i=1}^m F_i$  и её площади  $S$ .

Используя существующее лесотаксационное районирования, для  $k^j$  породы выбирается соответствующая таблица разряда высот. На основе таблицы разряда высот по среднему диаметру  $d^{k(j)}$  и средней высоте  $h^{k(j)}$  определяется разряд высот  $r^{k(j)}$  [2, стр. 1-7], для которого из таблицы разряда высот выбирается множество значений ступеней толщины деревьев  $d_l^{r^{k(j)}} \in \{d_1^{r^{k(j)}}, d_2^{r^{k(j)}}, \dots, d_{t^{k(j)}}^{r^{k(j)}}\}$  и соответствующих им усредненные высоты деревьев  $h_l^{r^{k(j)}} = \frac{(h_{l,\text{вгр}}^{r^{k(j)}} - h_{l,\text{нгр}}^{r^{k(j)}})}{2}$ , где  $\{h_{1,\text{вгр}}^{r^{k(j)}}, h_{2,\text{вгр}}^{r^{k(j)}}, \dots, h_{t^{k(j)},\text{вгр}}^{r^{k(j)}}\}$  и  $\{h_{1,\text{нгр}}^{r^{k(j)}}, h_{2,\text{нгр}}^{r^{k(j)}}, \dots, h_{t^{k(j)},\text{нгр}}^{r^{k(j)}}\}$  — соответственно верхняя и нижняя граница разряда высот  $r^{k(j)}$ ,  $l = 1, 2, \dots, t^{k(j)}$  — индекс значений ступеней толщины деревьев.

Модель имитационного моделирования предполагает, что задан допустимый размах  $R_d$  значений среднего диаметра площадок ведомости  $d$  относительно среднего диаметра  $d^{k(j)}$ . Это позволяет, определить область определения диаметра  $d \in [d_{\text{min}}; d_{\text{max}}]$ , где  $d_{\text{min}} = d^{k(j)} - R$  при условии  $d^{k(j)} - R \geq 8$  либо в противном случае  $d_{\text{min}} = 8$ , поскольку правила лесозаготовки не допускают

меньших диаметров;  $d_{\max} = d^{k(j)} + R$ . Для заданной области определения диаметров определяется соответствующий индекс значений ступеней толщины деревьев  $s = 1, 2, \dots, p^{k(j)}$ .

Кроме того модель имитационного моделирования предполагает, что верхняя граница  $h_{s, \text{вгр}}$  области изменения значений средних высот для соответствующего диаметра  $d_s$  определяется  $h_{s, \text{вгр}} = h_{l, \text{нгр}}^{(r-1)^{k(j)}}$  нижней границей предшествующего разряда высот  $(r-1)^{k(j)}$  при условии его существования, либо верхней границей  $h_{s, \text{вгр}} = h_{s, \text{вгр}}^{k(j)}$  разряда высот  $r^{k(j)}$ .

Соответственно нижняя граница  $h_{s, \text{нгр}}$  области изменения значений средних высот определяется  $h_{s, \text{нгр}} = h_{s, \text{нгр}}^{(r+1)^{k(j)}}$  нижней границей последующего разряда высот  $(r+1)^{k(j)}$  при условии его существования, либо нижней границей  $h_{s, \text{нгр}} = h_{s, \text{вгр}}^{k(j)}$  разряда высот  $r^{k(j)}$ .

С учетом принятых допущений и вышеопределенных параметров ставится задача определить для каждой породы  $k^j$  лесосеки  $\{d_1^{k(i)}, d_2^{k(i)}, \dots, d_m^{k(i)}\}$  ведомость реласкопических площадок  $\tilde{W}^{k(j)} = (i, p_i, \tilde{n}_{i, \text{дел}}^{k(j)}, \tilde{n}_{i, \text{дров}}^{k(j)}, \tilde{d}_i^{k(j)}, \tilde{h}_i^{k(j)}, \tilde{d}^{k(j)}, \tilde{h}^{k(j)}, \tilde{h}_s^{k(j)}, \tilde{q}^{k(j)}, \tilde{\delta}^{k(j)})$ .

При этом ведомость  $\tilde{W}^{k(j)}$  имеет следующие параметры:  $i$  — номер реласкопической площадки;  $\tilde{n}_{i, \text{дел}}^{k(j)}$  — количество деловых деревьев на  $i$  площадке;  $\tilde{n}_{i, \text{дров}}^{k(j)}$  — количество дровяных деревьев на  $i$  площадке;  $\tilde{d}_i^{k(j)}$  — средний диаметр деревьев на  $i$  площадке;  $\tilde{h}_i^{k(j)}$  — средняя высота деревьев на  $i$  площадке;  $\tilde{d}^{k(j)}$  — средний диаметр деревьев ведомости;  $\tilde{h}^{k(j)}$  — средняя высота деревьев ведомости;  $\tilde{h}_s^{k(j)}$  — средняя видовая высота деревьев ведомости;  $\tilde{q}^{k(j)} = \frac{\tilde{h}_s^{k(j)}}{L_{\text{полн}}} \cdot \sum_{i=1}^I (n_{i, \text{дел}}^{k(j)} + n_{i, \text{дров}}^{k(j)})$  — общий удельный запас ведомости;  $\tilde{\delta}^{k(j)} = |\hat{q}^{k(j)} - \tilde{q}^{k(j)}| \leq \varepsilon_{\text{доп}}$  — условие допустимости невязки.

Для решения поставленной задачи предлагается двух шаговая процедура. На первом шаге для каждой породы  $k^j$  определяется ведомость площадок  $\hat{W}^{k(j)} = (i, p_i, \hat{n}_{i, \text{дел}}^{k(j)}, \hat{n}_{i, \text{дров}}^{k(j)}, \tilde{d}_i^{k(j)}, \tilde{h}_i^{k(j)}, \tilde{d}^{k(j)}, \tilde{h}^{k(j)}, \tilde{h}_s^{k(j)}, \tilde{q}^{k(j)}, \tilde{\delta}^{k(j)})$ . При этом для каждой  $i$  — реласкопической площадки случайным образом распределяются деловые и дровяные деревья с учетом определяемого общего количества деревьев  $\hat{n}^{k(j)} = \frac{L_{\text{полн}} \cdot \hat{q}^{k(j)}}{h_s^{k(j)}}$ , общего количества деловых деревьев  $\hat{n}_{\text{дел}}^{k(j)} = \hat{n}^{k(j)} \cdot \frac{P_{\text{дел}}}{100}$  и дровяных деревьев  $\hat{n}_{\text{дров}}^{k(j)} = (\hat{n}^{k(j)} - \hat{n}_{\text{дел}}^{k(j)})$ . При случайном распределении деловых и дровяных деревьев



вяных деревья по реласкопическим площадкам должны выполняться условия

$$\hat{n}_{\text{дел}}^{k(j)} = \sum_{i=1}^L \hat{n}_{i,\text{дел}}^{k(j)} \quad \text{и} \quad \hat{n}_{\text{дров}}^{k(j)} = \sum_{i=1}^L \hat{n}_{i,\text{дров}}^{k(j)} .$$

Для распределения деловых и дровяных деревьев по реласкопическим площадкам используются соответственно рандомизированные процедуры  $R(f, \hat{n}_{\text{дел}}^{k(j)}, L)$  и  $R(f, \hat{n}_{\text{дров}}^{k(j)}, L)$ , где параметры  $\hat{n}_{\text{дел}}^{k(j)}, \hat{n}_{\text{дров}}^{k(j)}, L$  определены выше, а параметр  $f$  — дискретный равномерный ряд распределения деревьев по площадкам [3]

$$f(x) = \begin{cases} \frac{1}{L}, & \text{при } 1 \leq x \leq L \\ 0, & \text{при } x < 1, x > L \end{cases} .$$

Также случайным образом для каждой  $i$  — реласкопической площадки определяется средний диаметр  $\tilde{d}_i^{k(j)}$ , средняя высота  $\tilde{h}_i^{k(j)}$ . Рассчитывается средний диаметр ведомости  $\tilde{d}^{k(j)} = \frac{1}{L} \cdot \sum_{i=1}^L \tilde{d}_i^{k(j)}$  и средняя высота ведомости

$$\tilde{h}^{k(j)} = \frac{1}{L} \cdot \sum_{i=1}^L \tilde{h}_i^{k(j)} .$$

С учетом лесотаксационного районирования и рассчитанной средней высоты  $\tilde{h}^{k(j)}$ , в соответствии с приложением № 19 Наставления по отводу и таксации лесосек [1, стр. 48—56], определяется средняя видовая высота  $\tilde{h}_s^{k(j)}$ . Затем рассчитывается общий удельный запас древесины  $\tilde{q}^{k(j)} = \tilde{h}_s^{k(j)} \cdot \frac{n^{k(j)}}{L_{\text{пвв}}}$  и анализируется допустимость невязки общего удельного запаса древесины  $\delta^{k(j)} = |q^{k(j)} - \tilde{q}^{k(j)}|$ .

Если невязка общего удельного запаса допустима  $\hat{\delta}^{k(j)} \leq \varepsilon_{\text{доп}}$ , тогда считается, что сгенерированная ведомость реласкопических площадок  $W^{k(j)}$  является искомой ведомостью  $\tilde{W}^{k(j)} = W^{k(j)}$ . Если невязка общего удельного запаса недопустима  $\hat{\delta}^{k(j)} > \varepsilon_{\text{доп}}$ , тогда инициируется второй шаг предлагаемой процедуры.

На втором шаге осуществляется корректировка сгенерированной ведомости  $W^{k(j)}$  посредством увеличения, при условии  $q^{k(j)} > \tilde{q}^{k(j)}$ , либо уменьшения, при условии  $q^{k(j)} < \tilde{q}^{k(j)}$ , случайным образом общего количества деловых  $\tilde{n}_{i,\text{дел}}^{k(j)}$  и дровяных деревьев  $\tilde{n}_{i,\text{дров}}^{k(j)}$  на  $i$  — реласкопических площадках, для которых справедливо условия  $\hat{n}_{i,\text{дел}}^{k(j)} > 0$  и  $\hat{n}_{i,\text{дров}}^{k(j)} > 0$ . В процессе корректировки количества деревьев должно выполняться условие  $\tilde{n}_{i,\text{дел}}^{k(j)} > 0$  и  $\tilde{n}_{i,\text{дров}}^{k(j)} > 0$ .

После каждой корректировки рассчитывается откорректированный общий удельный запас  $\tilde{q}^{k(j)} = \tilde{h}_s^{k(j)} \cdot \frac{\tilde{n}^{k(j)}}{L_{\text{полн}}}$  и соответствующая невязка  $\delta^{k(j)} = |q^{k(j)} - \tilde{q}^{k(j)}|$ . При выполнении условия допустимости невязки  $\tilde{\delta}^{k(j)} \leq \varepsilon_{\text{доп}}$  считается, что определена искомая ведомость реласкопических площадок  $\tilde{W}^{k(j)}$ . В противном случае, при недопустимости невязки  $\hat{\delta}^{k(j)} > \varepsilon_{\text{доп}}$  и наличии  $i$  — реласкопических площадок, для которых справедливо условие  $\hat{n}_{i,\text{дел}}^{k(j)} > 1$  и  $\hat{n}_{i,\text{дел}}^{k(j)} > 1$ , осуществляется следующий шаг корректировки. Если не существует  $i$  — реласкопических площадок, для которых справедливо условие  $\hat{n}_{i,\text{дел}}^{k(j)} > 1$  и  $\hat{n}_{i,\text{дел}}^{k(j)} > 1$ , то корректировка прекращается и считается, что определена искомая ведомость реласкопических площадок  $\tilde{W}^{k(j)}$  с невязкой  $\hat{\delta}^{k(j)} > \varepsilon_{\text{доп}}$ .

Рассмотрим существующие эмпирические особенности параметров ведомостей, которые обуславливают выбор семейства рядов распределения значений параметров, используемых при генерации параметров ведомости.

Первой эмпирической особенностью является то, что ряды распределения значений лесотаксационных параметров обладают свойством асимметричности.

Вторая эмпирическая особенность обусловлена тем, что исходные измерения ступеней толщины деревьев и средних высот осуществляются в открытых шкалах [3], характеризующихся бесконечными интервалами изменения значений  $(-\infty; +\infty)$ . Однако, как указывалось выше области определения ступеней толщины деревьев  $d \in [d_{\min}; d_{\max}]$  и средних высот  $h_s \in [h_{s,\text{нгр}}; h_{s,\text{вгр}}]$  задаются на основе таблицы разряда высот  $r^{k(j)}$  соответствующего лесотаксационного, где  $s = 1, 2, \dots, p^{k(j)}$  — конечное количество ступеней толщины деревьев. Очевидно, что конечность изменения значений параметров ведомости, затрудняет применение известных рядов распределения, оперирующие с бесконечными интервалами изменения значений  $(-\infty; +\infty)$ . Поэтому на основе соотношения для ступеней

толщины деревьев  $\varphi(d_s) = \frac{d_s - d_{\min}}{d_{\max} - d_{\min}}$  и для средних высот

$\varphi(h_s) = \frac{h_s - h_{s,\text{нгр}}}{h_{s,\text{вгр}} - h_{s,\text{нгр}}}$  преобразуем исходные открытые шкалы измерения значений лесотаксационных параметров в закрытые шкалы [4] с диапазоном изменения значений  $[0; 1]$ .

Очевидно, что с учетом вышеописанных особенностей для генерации лесотаксационных параметров ведомостей необходимо использовать ряды семейства Бета-распределения

$$\begin{cases} B(\varphi(d_s) < x | \alpha, \beta) = \int_0^x \frac{x^{\alpha-1} \cdot (1-x)^{\beta-1}}{B(\alpha, \beta)} dx \\ B(\varphi(h_s) < x | \alpha, \beta) = \int_0^x \frac{x^{\alpha-1} \cdot (1-x)^{\beta-1}}{B(\alpha, \beta)} dx \end{cases}, \quad (1)$$

где  $B(\alpha, \beta) = \int_0^1 x^{\alpha-1} \cdot (1-x)^{\beta-1} dx$ . Функции Бета-распределения обладают свойством асимметричности и при условии  $\tilde{d}_3^{r^{k(i)}} = 0,33$  и  $\tilde{d}_4^{r^{k(i)}} = 0,44$  — свойством одномодальности.

При определении параметров  $\alpha$  и  $\beta$  ряда Бета-распределения для значений средних диаметров и средних высот принимаются допущения о том, что заданы величины интенсивности дисперсии  $\sigma_d^{\text{отн}} \in [0;1]$  и  $\sigma_h^{\text{отн}} \in [0;1]$  рядов Бета-распределения значений средних диаметров  $B(\varphi(d_s) < x | \alpha, \beta)$  и средних высот  $B(\varphi(h_s) < x | \alpha, \beta)$ .

Исходя из условия одномодальности Бета-распределения  $\tilde{d}_3^{r^{k(i)}} = 0,33$  и  $\tilde{d}_4^{r^{k(i)}} = 0,44$ , и с учетом заданных величин интенсивности дисперсии  $\sigma_d^{\text{отн}}$  и  $\sigma_h^{\text{отн}}$ , определим количество стандартов  $k_d = 3.5 + \sigma_d^{\text{отн}} \cdot (d_{\max} - d_{\min})$  и  $k_h = 3.5 + \sigma_h^{\text{отн}} \cdot (h_{s,\text{вгр}} - h_{s,\text{нгр}})$ , покрывающих интервал абсолютных значений средних диаметров  $[d_{\min}; d_{\max}]$  и средних высот  $[h_{s,\text{нгр}}; h_{s,\text{вгр}}]$ . Что позволяет оп-

ределить дисперсии Бета-распределения средних диаметров  $\delta_d = \left(\frac{1}{k_d}\right)^2$  и сред-

них высот  $\delta_h = \left(\frac{1}{k_h}\right)^2$ .

Предполагается, что мода  $m_d$  и  $m_h$  рядов Бета-распределения значений средних диаметров  $B(\varphi(d_s) < x | \alpha, \beta)$  и средних высот  $B(\varphi(h_s) < x | \alpha, \beta)$  соответ-

ствует относительному среднему диаметру  $m_d = \varphi(d^{k(j)}) = \frac{d^{k(j)} - d_{\min}}{d_{\max} - d_{\min}}$  и относи-

тельной средней высоте  $m_h = \varphi(h^{k(j)}) = \frac{h^{k(j)} - h_{s,\text{нгр}}}{h_{s,\text{вгр}} - h_{s,\text{нгр}}}$ .

Поскольку при условии одномодальности Бета-распределения  $\tilde{d}_3^{r^{k(i)}} = 0,33$  и  $\tilde{d}_4^{r^{k(i)}} = 0,44$  справедливо соотношение (2) между параметрами  $\alpha$  и  $\beta$ , дисперсией  $\sigma$  и модой  $m$

$$\left. \begin{aligned} \sigma &= \frac{\alpha \cdot \beta}{(\alpha + \beta)^2 \cdot (\alpha + \beta + 1)} \\ m &= \frac{(\alpha - 1)}{(\alpha + \beta - 2)} \end{aligned} \right\}. \quad (2)$$

Поэтому при заданных значениях дисперсии  $\sigma$  и моды  $m$  для Бета-распределения значение  $\beta$  определяется как решение кубического уравнения  $A \cdot \beta^3 + B \cdot \beta^2 + C \cdot \beta + D = 0$  с коэффициентами  $A = 1$ ,  $B = -\frac{(7m - 4 + (1 - m)^2 \cdot m)}{\sigma}$ ,  $C = \frac{16 \cdot m^2 - 18 \cdot m + 5 + (2 \cdot m - 1) \cdot (1 - m)^2}{\sigma}$ ,  $D = -(2 \cdot m - 1)^2 \cdot (3 \cdot m - 2)$ . Соответственно значение  $\alpha$  определяется из соотношения  $\alpha = \frac{m \cdot \beta - 2 \cdot m + 1}{1 - m}$ .

С учетом вышесказанного, параметр  $\beta_d$  ряда Бета-распределения значений средних диаметров  $B(\varphi(d_s) < x | \alpha_d, \beta_d)$  определяется как решение кубического уравнения, значения коэффициентов которого  $A = 1$ ,  $B = -\frac{(7m_d - 4 + (1 - m_d)^2 \cdot m_d)}{\sigma_d}$ ,  $C = \frac{16 \cdot m_d^2 - 18 \cdot m_d + 5 + (2 \cdot m_d - 1) \cdot (1 - m_d)^2}{\sigma_d}$ ,  $D = -(2 \cdot m_d - 1)^2 \cdot (3 \cdot m_d - 2)$ , а параметр определяется как  $\alpha = \frac{m_d \cdot \beta_d - 2 \cdot m_d + 1}{1 - m_d}$ .

Аналогично параметр  $\beta_s$  ряда Бета-распределения значений средних высот  $B(\varphi(h_s) < x | \alpha_h, \beta_h)$  определяется как решение кубического уравнения, коэффициенты которого принимают значения  $A = 1$ ,  $B = -\frac{(7m_h - 4 + (1 - m_h)^2 \cdot m_h)}{\sigma_h}$ ,  $C = \frac{16 \cdot m_h^2 - 18 \cdot m_h + 5 + (2 \cdot m_h - 1) \cdot (1 - m_h)^2}{\sigma_h}$ ,  $D = -(2 \cdot m_h - 1)^2 \cdot (3 \cdot m_h - 2)$ , а параметр определяется как  $\alpha = \frac{m_h \cdot \beta_h - 2 \cdot m_h + 1}{1 - m_h}$ .

Для распределения значений средних диаметров и средних высот по реласкопическим площадкам используются соответственно рандомизированные процедуры  $R(B(\alpha_d, \beta_d), L)$  и  $R(B(\alpha_h, \beta_h), L)$ , параметры которых  $\alpha_d, \beta_d, \alpha_h, \beta_h, L$  определены ранее.

Для проверки адекватности предложенного алгоритма имитационного моделирования ведомости реласкопических площадок  $\tilde{W}^{k(j)}$  проведены численные расчеты в программной среде MATLAB.

Исходные данные, используемые для расчетов, взяты из лесотаксационного описания березы, ели и лиственницы выдела 7/0 и березы, ели, выдела 9/0 делянки № 1, расположенной в 19 квартале Вольдинского участкового лесничества Помоздинского лесничества Республики Коми.

Эксплуатационная площадь делянки 14 га, в том числе выдел 7/0 — 6 га, выдел 9/0 — 8 га. Ликвидный удельный запас делянки — 130 м<sup>3</sup>. Процент отходов с учетом класса товарности — 15%. Общий удельный запас делянки — 153 м<sup>3</sup>. Общий удельный запас по лесотаксационному описанию для пород выдела 7/0 — ель 130 м<sup>3</sup>, лиственница 20 м<sup>3</sup>, береза 40 м<sup>3</sup>; для пород выдела 9/0 — ель 45 м<sup>3</sup>, береза 50 м<sup>3</sup>. С учетом поправочного коэффициента  $k_{\text{попр}} = 1.1275$  согласованный для расчетов общий удельный запас для пород выдела 7/0 — ель 146,6 м<sup>3</sup>, лиственница 22,5 м<sup>3</sup>, береза 45,1 м<sup>3</sup>; для пород выдела 9/0 — ель 50,7 м<sup>3</sup>, береза 56,4 м<sup>3</sup>.

На соответствующих рисунках приводятся результаты имитационного моделирования ведомости реласкопических площадок делянки 1 квартала 19 Вольдинского участкового лесничества Республики Коми. Делянка расположена на площади выдела 7/0, состав пород которого — береза, ель и лиственница, и на площади выдела 9/0, состав пород которого — береза, ель.

Результаты численных расчетов хранятся в базе данных программной среды в графическом виде в формате JPEG image и Portable Network Graphics.

I. Заданные лесотаксационные характеристики.						
Участковое лесничество: Вольдинское. Квартал: 19. Делянка: Делянка 1.						
Выдел: 7(0). Порода: Береза. Средний диаметр: 20. Средняя высота: 19.						
Средняя видовая высота: 9.03. Общий удельный запас: 45.1.						
II. Результаты имитационного моделирования ведомости реласкопических площадок.						
Номер площадки	Тип площадки	Количество деловых	Количество дровяных	Средний диаметр	Средняя высота	
1.	половинная	3	0	20	18	
2.	половинная	1	0	20	19	
3.	половинная	4	0	22	19	
4.	половинная	3	0	20	19	
5.	половинная	0	0	0	0	
6.	половинная	3	0	22	19	
7.	половинная	3	0	20	18	
8.	половинная	1	0	22	19	
9.	полная	6	1	22	19	
10.	полная	6	1	20	18	
11.	половинная	1	0	22	20	
12.	половинная	2	1	20	19	
13.	полная	7	0	22	19	
14.	полная	2	1	20	19	
Итого;		42	4	20	18.8	
Общий удельный запас:		45.5.	Невязка запаса, куб.м:	0.4.	Невязка запаса, %:	0.88.
Средняя видовая высота:		8.9.				

**Рис. 1.** Скриншот результатов имитационного моделирования ведомости реласкопических площадок (береза, выдел 7/0, квартал 19, делянка 1, Вольдинское участковое лесничество)

I. Заданные лесотаксационные характеристики.						
Участковое лесничество: Вольдинское. Квартал: 19. Делянка: Делянка 1.						
Выдел: 7(0). Порода: Ель. Средний диаметр: 20. Средняя высота: 18.						
Средняя видовая высота: 9.29. Общий удельный запас: 146.6.						
II. Результаты имитационного моделирования ведомости реласкопических площадок.						
Номер площадки	Тип площадки	Количество деловых	Количество дровяных	Средний диаметр	Средняя высота	
1.	половинная	7	0	22	20	
2.	половинная	7	0	20	18	
3.	половинная	5	0	22	20	
4.	половинная	5	1	22	20	
5.	половинная	6	2	22	20	
6.	половинная	7	0	22	20	
7.	половинная	4	1	20	18	
8.	половинная	4	0	22	20	
9.	полная	10	2	22	20	
10.	полная	16	1	22	20	
11.	половинная	10	0	20	18	
12.	половинная	6	0	20	18	
13.	полная	23	3	20	18	
14.	полная	13	0	22	20	
Итого;		123	10	22	19.3	
Общий удельный запас:		146.3.	Невязка запаса, куб.м:	0.3.	Невязка запаса, %:	0.21.
Средняя видовая высота:		9.9.				

Рис. 2. Скриншот результатов имитационного моделирования ведомости реласкопических площадок (ель, выдел 7/0, квартал 19, делянка 1, Вольдинское участковое лесничество)

I. Заданные лесотаксационные характеристики.						
Участковое лесничество: Вольдинское. Квартал: 19. Делянка: Делянка 1.						
Выдел: 7(0). Порода: Лиственница. Средний диаметр: 36. Средняя высота: 25.						
Средняя видовая высота: 12.3. Общий удельный запас: 22.5.						
II. Результаты имитационного моделирования ведомости реласкопических площадок.						
Номер площадки	Тип площадки	Количество деловых	Количество дровяных	Средний диаметр	Средняя высота	
1.	половинная	4	0	38	24	
2.	половинная	1	0	36	24	
3.	половинная	0	1	36	24	
4.	половинная	0	0	0	0	
5.	половинная	1	0	38	25	
6.	половинная	0	0	0	0	
7.	полная	1	0	36	24	
8.	половинная	1	0	36	24	
9.	половинная	0	0	0	0	
10.	полная	2	1	36	24	
11.	полная	2	0	38	24	
12.	половинная	0	0	0	0	
13.	половинная	1	0	38	24	
14.	полная	2	0	38	24	
Итого;		15	2	38	24.1	
Общий удельный запас:		22.7.	Невязка запаса, куб.м:	0.2.	Невязка запаса, %:	0.88.
Средняя видовая высота:		12.				

Рис. 3. Скриншот результатов имитационного моделирования ведомости реласкопических площадок (лиственница, выдел 7/0, квартал 19, делянка 1, Вольдинское участковое лесничество)



**I. Заданные лесотаксационные характеристики.**

Участковое лесничество: Вольдинское. Квартал: 19. Делянка: Делянка 1.  
 Выдел: 9(0). Порода: Береза. Средний диаметр: 18. Средняя высота: 13.  
 Средняя видовая высота: 6.47. Общий удельный запас: 56.4.

**II. Результаты имитационного моделирования ведомости реласкопических площадок.**

Номер площадки	Тип площадки	Количество деловых	Количество дровяных	Средний диаметр	Средняя высота
1.	полная	9	1	18	13
2.	полная	9	1	20	14
3.	половинная	4	0	20	14
4.	половинная	3	0	20	14
5.	полная	8	3	18	13
6.	половинная	5	0	18	13
7.	половинная	6	1	20	14
8.	половинная	3	0	20	14
9.	половинная	3	0	20	14
10.	полная	7	0	20	14
11.	половинная	0	0	0	0
12.	половинная	3	0	20	14
13.	половинная	3	0	18	13
14.	половинная	6	0	20	14
Итого;		69	6	20	13.7

Общий удельный запас: 56.7. Невязка запаса, куб.м: 0.3. Невязка запаса, %: 0.53.  
 Средняя видовая высота: 6.8.

**Рис. 4.** Скриншот результатов имитационного моделирования ведомости реласкопических площадок (береза, выдел 9/0, квартал 19, делянка 1, Вольдинское участковое лесничество)

**I. Заданные лесотаксационные характеристики.**

Участковое лесничество: Вольдинское. Квартал: 19. Делянка: Делянка 1.  
 Выдел: 9(0). Порода: Ель. Средний диаметр: 16. Средняя высота: 12.  
 Средняя видовая высота: 6.59. Общий удельный запас: 50.7.

**II. Результаты имитационного моделирования ведомости реласкопических площадок.**

Номер площадки	Тип площадки	Количество деловых	Количество дровяных	Средний диаметр	Средняя высота
1.	полная	9	1	16	12
2.	полная	8	1	16	12
3.	половинная	3	0	18	14
4.	половинная	3	0	16	12
5.	полная	5	1	18	13
6.	половинная	4	0	18	13
7.	половинная	5	0	18	14
8.	половинная	2	0	18	14
9.	половинная	2	0	16	12
10.	полная	5	2	18	13
11.	половинная	1	0	18	14
12.	половинная	4	0	18	13
13.	половинная	7	0	18	14
14.	половинная	1	0	18	13
Итого;		59	5	18	13.1

Общий удельный запас: 50.5. Невязка запаса, куб.м: 0.2. Невязка запаса, %: 0.4.  
 Средняя видовая высота: 7.1.

**Рис. 5.** Скриншот результатов имитационного моделирования ведомости реласкопических площадок (ель, выдел 9/0, квартал 19, делянка 1, Вольдинское участковое лесничество)

Таким образом, полученные результаты численных расчетов позволяют сделать следующие выводы.

Во-первых, предложенная процедура имитационного моделирования позволяет получать ведомости реласкопических площадок с допустимой невязкой общего удельного запаса древесины делянки, что доказывает адекватность моделируемой ведомости ведомостям реласкопических площадок, получаемой при отводе и таксации лесосеки в натуре.

Во-вторых, высокая точность имитационного моделирования ведомости реласкопических площадок позволяет с высокой точностью определять планируемый объем заготовки древесины на лесосеке лесозаготовительного предприятия.

#### **Библиографический список**

1. Наставление по отводу и таксации лесосек в лесах Российской Федерации [Текст] : нормативные материалы : утв. приказом Рослесхоза от 15.06.1993 — № 155 / под ред. С. В. Проворной. — Москва : ЮНИФИР, 1993. — 72 с.

2. Евстафьев, Н. Г. К вопросу определения разряда высот при отводе и таксации лесосеки [Электронный ресурс] / Н. Г. Евстафьев, В. В. Королев, А. В. Потапов // Февральские чтения : сб. материалов науч.-практ. конф. проф.-препод. состава Сыкт. лесн. ин-та по итогам науч.-исслед. работы в 2016 г. (Сыктывкар, 18—20 февр. 2016 г.). — Сыктывкар : СЛИ, 2016. — 1 электрон. опт. диск (CD-ROM).

3. Вентцель, Е. С. Теория вероятностей [Текст] : / Е. С. Вентцель. — Изд. 3-е. — Москва : Наука, 1969. — 576 с.

4. Пфанцагль, И. Теория измерений [Текст] : / И. Пфанцагль — Москва : Мир, 1976. — 248 с.



## Секция «Архитектура и строительство»

УДК 630\*902

Активное использование лесовозных транспортных путей связано с увеличением разноплановости перевозок различными видами транспорта. Применение различных подходов к определению параметров лесовозных дорог связано с различными факторами эксплуатации дорог в современных условиях транспортного потока.

**Ключевые слова:** грунт, условия движения, водитель, автомобиль, дорога, среда.

**Е. Н. Сивков,**

кандидат технических наук

(Сыктывкарский лесной институт)

**А. В. Скрыпников,**

доктор технических наук, профессор;

**Е. В. Чернышова,**

аспирант

(Воронежский государственный университет  
инженерных технологий)

### АНАЛИЗ МЕТОДОВ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ЛЕСОВОЗНЫХ ДОРОГ И ОБЕСПЕЧЕНИЯ ТРАНСПОРТНО-ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ ХАРАКТЕРИСТИК В ПРОЦЕССЕ ИХ ЭКСПЛУАТАЦИИ

На начальном этапе требования к элементам плана проектирования лесовозных автомобильных дорог и профиля определялись на условии обеспечения движения одиночного автомобиля, по динамическим характеристикам и динамической устойчивости на отдельных участках дорог, т. е. из условия взаимодействия системы «автомобиль — дорога».

С увеличением количества автомобилей на дорогах появилась необходимость обеспечить пропуск транспортных потоков различной интенсивности, для чего потребовалось изучение взаимодействия системы «дорожные условия — транспортные дороги». На основе исследований этих проблем созданы основы теории движения транспортных потоков в различных дорожных условиях.

В связи с повышением динамичности автомобилей и совершенствования дорог возросли скорости движения, что повысило роль человека-водителя в выборе оптимальных режимов и в обеспечении безопасности движения. Следовательно, одним из перспективных путей повышения эффективности работы автомобильного транспорта является исследование взаимодействия системы «водитель — условия движения». Исследования показывают, что поскольку главным звеном в процессе взаимодействия комплекса «водитель — автомобиль — дорога» является человек-водитель, требования к параметрам дорог должны исходить из условий создания наиболее благоприятных условий для работы водителя. С учетом этих требований и ведутся разработки методов ландшафтного и пространственного проектирования автомобильных дорог.

Системные исследования эксплуатационных свойств элементов комплекса «автомобиль — водитель — дорога» направлены на совершенствование организации и управления всего транспортного процесса.

Анализ условий движения и дорожно-транспортных происшествий на лесовозных автомобильных дорогах показывает, что на эффективность транспортного процесса существенные влияния оказывают погодные-климатические условия. Под их воздействием изменяются транспортно-эксплуатационные характеристики дорог, психофизиологическое состояние человека — водителя, состояние ряда систем и узлов автомобиля, а также и режим движения транспортного потока, как результат взаимодействия всех систем комплекса. Однако, влияние природных и климатических условий в настоящее время учитывается главным образом в требованиях к прочности и работоспособности дорожных одежд и устойчивости земляного полотна.

Прочность дорожных одежд рассчитывается по условиям в самый неблагоприятный весенний период. Для предотвращения морозного пучения в холодных районах предусматриваются морозозащитные слои, а в районах с повышенной влажностью сооружаются дренажные устройства.

Достижения отечественной науки в области исследования водно-теплового режима земляного полотна общеизвестны и признаны в мировой дорожной науке. Созданы методы расчета и проектирования земляного полотна в различных природно-климатических условиях, разработано деление территории страны на дорожно-климатические зоны с учетом влияния местных природных условий на устойчивость земляного полотна и дорожной одежды.

В настоящее время делаются попытки более широкого учета окружающей среды при проектировании дорог. При рассмотрении влияния окружающей среды на конструкцию проезжей части дороги в понятие «среда» включается три основных фактора: климат, материалы, покрытия и условия движения. Наиболее важным фактором назван климат, который характеризуется по четырем типам: влажный и жаркий; полусухой; сухой и жаркий климат пустынь; влажный и холодный [1].

Классификация климата произведена по годовым показателям температуры, влажности воздуха и количеству осадков, соотношение которых учитывается при выборе конструкции земляного полотна и дорожной одежды.

Значительно меньшее отражение находят природные и погодные-климатические условия в методах проектирования и в требованиях к геометрическим и транспортно-эксплуатационным параметрам дорог с точки зрения обеспечения удобства и безопасности движения.

Практические методы проектирования дорог базируются на учете механического взаимодействия одиночного автомобиля с дорогой, движущегося с расчетной скоростью. Движение транспортных потоков учитывается только при определении числа полос движения, некоторых геометрических элементов и прочности дорожных одежд (таблица).

В нормативно-технической литературе за расчетную принимается наибольшая возможная скорость движения одиночных автомобилей при сухой или увлажненной чистой поверхности покрытия. Гололед, снежный накат, слой

рыхлого снега, загрязненность покрытия, степень увлажнения, грязные обочины в расчетах не учитываются и обеспеченность расчетных скоростей в проектах дорог не определяется. Например, величина максимального продольного уклона определяется из динамических характеристик автомобиля-тягача в автопоезде и проверяется независимо от категории дороги и района, определяется по сцеплению для мокрого, но не загрязненного, заснеженного или обледенелого покрытия.

#### Основные технические параметры при проектировании дорог

Основные технические параметры и транспортно-эксплуатационные показатели	Исходная схема расчета	Состояние поверхности дороги	Характеристика поверхности дороги		
			коэффициент сцепления	сопротивление качению	ровность
Расчетная скорость движения	Движение одиночного легкового автомобиля	Сухое, увлажненное чистое покрытие	0,3—0,5	0,01—0,02	Не указывается
Максимальный продольный уклон	Движение одиночного поезда	То же	Не указываются		
Минимальный радиус кривых в плане	Движение одиночного легкового автомобиля с расчетной скоростью	То же	0,3—0,5	Не указываются	
Расстояние видимости поверхности дороги	То же	То же	0,3—0,5	Не указываются	
Расстояние видимости встречного автомобиля, радиус вертикальных выпуклых кривых	Движение двух встречных автомобилей с расчетной скоростью	То же	0,3—0,5	Не указываются	
Ширина полосы движения двухполосных дорог	Движение двух встречных автомобилей с пониженной расчетной скоростью	Сухое, увлажненное чистое покрытие, обочины в сухом состоянии	Не указываются		

Известно, что коэффициент сцепления колеса автомобиля с сухим покрытием колеблется от 0,4 до 0,8, с влажным — от 0,2 до 0,4, с заснеженным или покрытым гололедом — от 0,07 до 0,27. Однако, при назначении геометрических элементов дорог и, в частности, при определении такого важного параметра как видимость поверхности дороги, расчет ведется на коэффициент сцепления 0,3—0,5 [2].

При определении радиусов кривых в плане величина поперечного сцепления также принимается постоянной для всех районов нашей страны.

Не существует метода учета погодно-климатических условий при определении таких важных параметров как радиусы вертикальных выпуклых и вогнутых кривых, ширины и поперечного уклона проезжей части, ширины обочин и переходных краевых полос, ширины и конструкции укрепления обочин при выборе сочетаний элементов плана и профиля дорог.

Обеспечение требуемых эксплуатационных качеств существующих дорог, организация и управление дорожным движением возложено на дорожно-эксплуатационную службу. В ее задачи входит обеспечение круглогодичного, непрерывного, безопасного и удобного движения автомобилей, сохранности дорог и дорожных сооружений, повышение технического уровня и эксплуатационных качеств дорог с учетом роста интенсивности движения. Взаимодействие автомобиля и дороги рассматривается как сложный комплекс, анализ которого позволяет определить воздействие движущихся автомобилей на дорожную одежду, а также влияние погодно-климатических условий на состояние дорог.

В указанных трудах предложены многочисленные показатели эксплуатационных качеств дорог, каждый из которых оценивается соответствующим коэффициентом. К числу этих показателей относится скорость движения, непрерывность движения по дороге, прочность и неровность дорожной одежды, сцепные качества, интенсивность движения и др. разработана классификация дорожно-ремонтных работ и периодичность их проведения, которая учитывает изменение состояния дорог под воздействием автомобильного движения и сезонное состояние дорог под влиянием погодно-климатических факторов. На основе комплекса объективных показателей разработана методика оценки эффективности дорожно-ремонтных работ.

Однако до настоящего времени полностью не обоснованы нормативные требования ко многим транспортно-эксплуатационным показателям автомобильных дорог в процессе эксплуатации. Так, не установлены требования к минимально допустимым скоростям движения транспортного потока и одиночного автомобиля, пропускной способности и уровня безопасности, непрерывности проезда в зависимости от категории дороги и погодно-климатических условий. Не обоснованы и не дифференцированы по категориям дорог требования к таким важнейшим показателям как ровность, сцепные качества покрытий и коэффициент сопротивления качению, требования к эффективной ширине проезжей части и обочин, которые существенно влияют на скорость, безопасность и себестоимость перевозок. При проектировании дорог не анализируются изменения указанных показателей в процессе эксплуатации, не предусматривается никаких специальных мер для их обеспечения.

В условиях климата нашей страны для большинства районов особые трудности в обеспечении удобного и безопасного движения на дорогах возникают в зимний период.

В ходе исследования проведено районирование территории страны по трудности снегоборьбы, предложено деление участков дорог по снегозаносимости в зависимости от соотношения геометрических размеров земляного по-

лотна. Разработан комплекс инженерных и организационных мероприятий по защите дорог от снежных заносов и требования к проектированию плана и профиля дороги по условиям снегозаносимости. Разработаны методы и накоплен обширный опыт зимнего содержания дорог. Однако нормативные требования к транспортно-эксплуатационным характеристикам дорог в зимнее время нельзя считать обоснованными, поскольку они не учитывают различия интенсивности движения на дорогах и затрат на снегоочистку в зависимости от интенсивности снегопада и длительности зимы и других условий эксплуатации.

При проектировании дорог не производится сравнение вариантов для обеспечения требуемого состояния ее поверхности в зимних условиях различными сочетаниями конструктивных и эксплуатационных мероприятий, не оценивается возможность и вероятность образования гололеда и снежного наката на дорожных покрытиях и не предусматриваются никаких мер по их предупреждению и ликвидации.

Во многих работах отмечаются значительные трудности зимнего содержания дорог на участках кривых малого радиуса в плане, на узлах примыканий и пересечений в одном и разных уровнях и в других стесненных условиях. Это обосновывает необходимость исследования влияния геометрических элементов дорог и их сочетания на состояние дорог и режимы движения в сложных погодных условиях [3].

Схемы установки дорожных знаков, разметки, конструкции ограждений, направляющих устройств и другого инженерного оборудования приняты одинаковыми для всей территории страны, для всех периодов года и климатических условий. Не учитывается то, что направляющие столбики, тумбы и параметры, дорожные знаки, установленные в пределах земляного полотна, способствуют снежным заносам и мешают снегоочистке, приводят к сужению поверхности дороги.

Назначению оптимальных скоростей движения транспортных потоков в реальных условиях движения посвящены многочисленные испытания. Результаты выполненных работ отражают большой накопленный опыт организации и управления движением и в концентрированном виде включены в ряд нормативно-технических документов.

Исследования охватывают весьма широкий круг дорожных условий, различные сочетания геометрических элементов дорог, интенсивности и состава движения. Однако подавляющая часть наблюдений выполняется в летний период года, в наиболее благоприятных погодных условиях. Исключением являются исследования режимов эксплуатации автомобилей в условиях бездорожья и не касаются режимов движения транспортных потоков.

В связи с этим необходимо изучить режимы движения одиночных автомобилей и транспортных потоков во время действия отдельных метеорологических факторов и их сочетаний в различные периоды года. Это тем более важно, что к настоящему времени произошел определенный прогресс в развитии методов, систем и технических средств управления движением. Появились знаки со сменной информацией, управляемые знаки, автоматические системы сбора информации о транспортных потоках, начали внедряться автоматизированные

системы управления движением на автомобильных магистралях с использованием электронно-вычислительных машин, телевизионных установок, видеофиксаторов, различных приборов для сбора информации о параметрах дорог и метеорологических условиях. Большие работы ведутся по изучению влияния дорожных условий на количество дорожно-транспортных происшествий. Особое значение имеют методы оценки безопасности движения на автомобильных дорогах по коэффициентам аварийности и коэффициентам безопасности.

Для оценки вариантов проектных решений плана и профиля дорог используются коэффициенты «относительной безопасности», обратные по величине «коэффициенты аварийности». В указанных методах учитываются влияния на безопасность движения только отдельных метеорологических факторов.

Основным источником экономической эффективности строительства автомобильной дороги является сокращение времени доставки грузов и пассажиров за счет увеличения скоростей движения автомобилей. Расчеты эффективности основаны на определении себестоимости перевозок до и после строительства дороги, причем себестоимость связана с типом покрытия проезжей части, в зависимости от которого принимается и расчетная скорость движения. Скорость движения и себестоимость перевозок в технико-экономических расчетах принимаются для летних условий движения и считаются постоянными в течение всего года, что не соответствует действительности.

#### **Библиографический список**

1. Скрыпников, А. В. Численное моделирование процесса движения транспортного потока [Текст] / А. В. Скрыпников, К. А. Яковлев // Современные проблемы науки и образования. — 2014. — № 3.
2. К вопросу совершенствования информационных систем управления транспортом [Текст] / А. В. Скрыпников, А. Г. Чистяков, С. В. Дорохин, А. В. Кривошеева // Современные проблемы науки и образования. — 2014. — № 5.
3. Обоснование необходимого минимального уровня видимости дорожной разметки [Текст] / А. В. Скрыпников, Е. В. Кондрашова, С. В. Дорохин [и др.] // Современные проблемы науки и образования. — 2014. — № 6.

С позиции системного анализа рассматривается функционирование лесовозной автомобильно-дорожной системы, которое представляет собой сложный многомерный процесс, непрерывно изменяющийся во времени и пространстве.

**Ключевые слова:** прочность, дорожная одежда, коэффициент сцепления колеса.

**А. В. Скрыпников,**

доктор технических наук, профессор;

**Е. В. Чернышова,**

аспирант

(Воронежский государственный университет  
инженерных технологий)

## **АНАЛИЗ ВЛИЯНИЯ ПОГОДНО-КЛИМАТИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ НА СИСТЕМЫ КОМПЛЕКСА «ВОДИТЕЛЬ — АВТОМОБИЛЬ — ДОРОГА — СРЕДА» И ВЛИЯНИЕ ХАРАКТЕРНЫХ ПЕРИОДОВ ПО УСЛОВИЯМ ДВИЖЕНИЯ**

Современные лесовозные автомобильные дороги представляют собой сложные и дорогостоящие инженерные сооружения, рассчитанные на многие годы бесперебойной работы. Они строятся и эксплуатируются во всех природно-климатических зонах и предназначены для обеспечения непрерывного, удобного и безопасного движения с высокой экономической эффективностью работы автомобильного транспорта при рациональных затратах на ремонт и содержание дорог. Для успешного выполнения этих функций дорожная сеть должна быть развитой и технически совершенной: иметь высокие технические параметры и транспортно-эксплуатационные характеристики, современное инженерное оборудование, обустройство и организацию движения.

Транспортно-эксплуатационные качества дорог, режим, удобства и безопасность движения непрерывно изменяются. Эти изменения происходят под влиянием возрастающей интенсивности и грузонапряженности движения, эксплуатационных и ремонтных предприятий, сезонных особенности состояния дорог, обусловленных природно-климатическими факторами, а также под влиянием кратковременного воздействия погодно-метеорологических явлений.

Соответствие методов проектирования дорог, их содержания и организации движения современным требованиям может быть оценено анализом удобства и безопасности движения в неблагоприятные периоды года.

Рассматривая совокупность метеорологических и природно-климатических факторов, необходимо отметить некоторые особенности из воздействия на функционирование «водитель — автомобиль — дорога — среда». Она заключается в том, что часть метеорологических элементов влияет одновременно на все или несколько систем, а остальные — только на отдельные системы или подсистемы комплекса. Общая схема влияния метеорологических условий на функционирование систем комплекса — «водитель — автомобиль — дорога —

среда». Исследование всех связей систем «среда — водитель», «среда — автомобиль», «среда — дорога», «среда — транспортные потоки» в данной работе не представляется возможным, в данной работе рассматриваются воздействия метеорологических условий на состояние дорог, транспортный поток и режим движения, т. е. на функционирование системы «дорожные условия — транспортные потоки». Остальные связи рассмотрены в объеме, необходимом для объяснения влияния метеорологических условий на систему «дорожные условия — транспортные потоки» [1].

Существенное влияние климат и погода оказывают на общее психофизическое состояние организма человека как участника движения и, в том числе, на водителя и пешехода. В процессе производственной деятельности на человека воздействуют температура, влажность, движение и давление воздуха, солнечная радиация, находящиеся в самых разнообразных сочетаниях. Анализ исследований, касающихся влияния метеорологических условий на нервно-эмоциональное состояние водителей и изменение их производственно-значимых функций позволяет сделать основные выводы.

В ответ на комплексное воздействие факторов внешней среды в организме человека развивается система функциональных сдвигов. Так, в условиях низких температур нормальная работоспособность сохраняется у человека, когда теплообразование превышает теплоотдачу, т. е. отсутствует «дефицит тепла».

Понижение температуры кожи также способствует потовыделению, которое является результатом физической нагрузки на организм и ряда нервных факторов, возникающих при управлении автомобилем. Невосполнение потери тепла приводит к снижению работоспособности и повышению чувствительности организма человека к холоду, появлению сонливости и апатии. Тяжелые условия работы водителя в зимний период усугубляются такими неблагоприятными погодными явлениями, как туман, метели, снежные заносы, гололед, ухудшение видимости дороги и др. влияние низких температур сказывается и на режиме работы автомобиля, что создает дополнительные предпосылки для нервно-эмоционального напряжения водителя и развития более раннего и выраженного утомления.

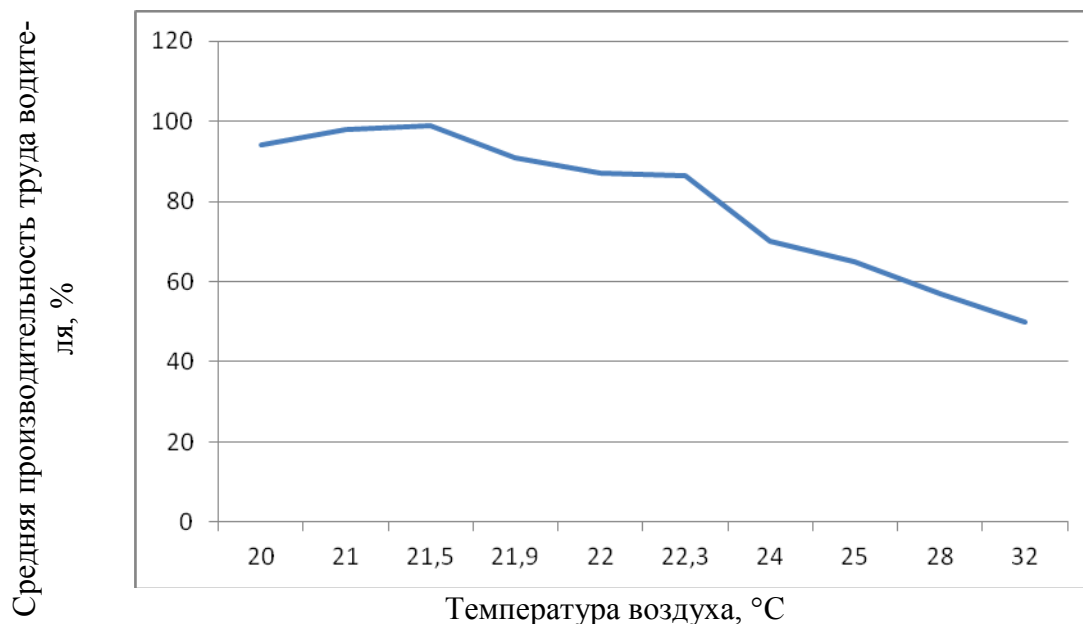
В южных районах страны условия работы неблагоприятны из-за высокой температуры воздуха, пониженной влажности и интенсивной солнечной радиации. Повышение температуры тела водителя приводит к снижению скорости переработки информации, увеличению количества ошибок и более быстрому утомлению (рис. 1).

Минимальное количество дорожно-транспортных происшествий наблюдается при температуре воздуха на рабочем месте водителя плюс 20°, а с изменением температуры в ту или иную сторону аварийность значительно увеличивается, что показано на рис. 2.

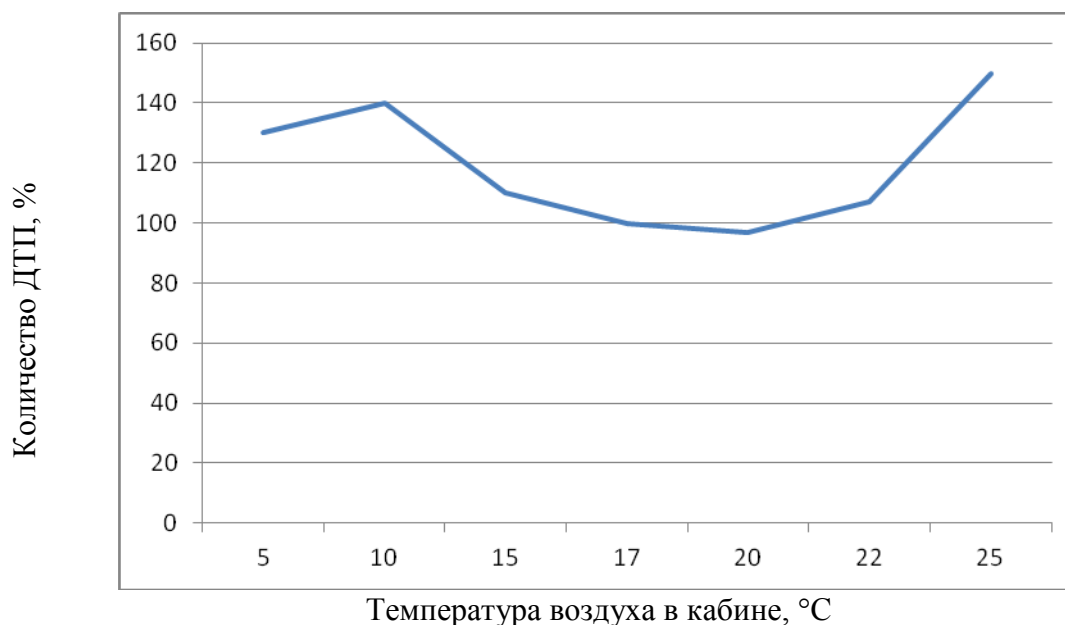
Ведущим фактором, влияющим на возникновение ДТП, является несоответствие принятых водителем решений реальным условиям при дефиците времени на восприятие и переработку информации. Основным психофизиологическим показателем, характеризующим надежность работы водителя, является время реакции, на которое оказывает влияние множество факторов, в том числе



и метеорологические условия. При проектировании элементов лесовозных автомобильных дорог расчетное время реакции принято равным 1,0 сек с вариацией от 0,4 до 1,5 сек.

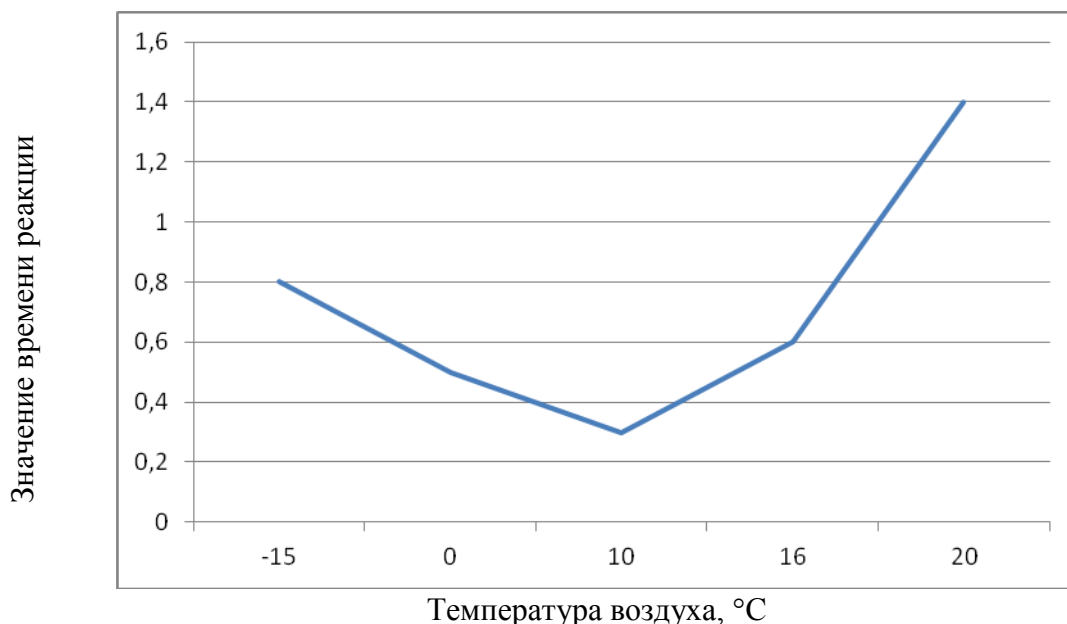


**Рис. 1.** Влияние температуры воздуха на работу оператора



**Рис. 2.** Влияние температуры воздуха на количество ДТП

Установлено, что наименьшее значение времени реакции устойчиво наблюдается при температуре воздуха от 16 до 24° (рис. 3). Таким образом, метеорологические условия и изменения состояния лесовозных дорог под их воздействием оказывают существенное влияние на состояние таких важных психофизиологических функций, как скорость приема и переработки информации, время реакции, появление ошибочных действий, что может быть причиной возникновения аварий.



**Рис. 3.** Влияние температуры воздуха на скорость реакции водителя

Следовательно, при проектировании лесовозных дорог, проходящих в разных климатических зонах, необходимо учитывать сезонные изменения функций водителей при определении основных геометрических параметров дороги. Поскольку при температуре воздуха, равной 20°, наблюдается оптимальное функциональное состояние ведущих психофизиологических показателей водителей, целесообразно принять эту температуру за оптимальную при оценке условий движения.

Одновременно необходимо предъявлять большие требования к автомобилям, которые должны обладать определенными технико-эксплуатационными качествами, чтобы успешно работать в неблагоприятных погодноклиматических условиях.

Так, по техническим требованиям, стеклоочистители должны обеспечивать хорошее качество очистки только переднего стекла и надежно работать в диапазоне температур от  $-16^{\circ}$  до  $+65^{\circ}$ . Требованиями к автомобилям северного исполнения предусматривается оборудование кабины водителя устройствами для обогрева и обдува переднего и боковых стекол, обеспечивающего их полную очистку при температуре наружного воздуха до  $-30^{\circ}$ . Исследования показывают, что у современных грузовых автомобилей обычного исполнения обзорность зимой через лобовое стекло при температуре до  $-35^{\circ}$  не превышает 71 % обзорности в летнее время, а при дальнейшем понижении температуры уменьшается. Это обстоятельство накладывает особые требования к размещению дорожных знаков в зоне видимости водителя и заслуживает специального изучения.

Существенное влияние на состояние систем автомобиля, обеспечивающих безопасность движения, оказывают метеорологические факторы. Например, в автомобильных шинах и деталях, изготовленных из резины и находящихся под нагрузкой, при низких температурах возникают остаточные деформации вследствие потери упругости, что способствует ухудшению их сцепления с поверхно-

стью дороги и ведет к буксованию ведущих колес на участках дорог, покрытых снегом или гололедом. У автомобилей, имеющих пневмический привод тормозов, скопление и замерзание конденсата воды в приборах и магистралях тормозной системы зимой может приводить к закупорке их и к отказу в работе [2].

Под воздействием температур окружающего воздуха изменяются мощностные и экономические показатели работы двигателей, поэтому за стандартные атмосферные условия испытания автомобилей принимаются: барометрическое давление 760 мм рт. ст., температура воздуха +20°, относительная влажность 50 %.

Учитывая разнообразие природно-климатических условий предложен ряд схем деления территории страны на климатические зоны с точки зрения эксплуатации автомобилей.

Наибольшее влияние погодно-климатические факторы оказывают на изменение геометрических параметров и транспортно-эксплуатационных характеристик дорог. Установлено что каждому состоянию метеорологических условий и каждому периоду года соответствуют характерные состояния лесовозных автомобильных дорог и условий движения, которые зависят от их технического уровня и содержания.

Условия движения на лесовозных дорогах в период действия неблагоприятных метеорологических явлений значительно сложнее, чем в летний период времени при сухом, чистом покрытии и обочинах. Различия определяются целым рядом факторов, основными из которых являются:

- снижение сцепных качеств, изменение механического взаимодействия автомобиля с дорогой и ухудшение ровности покрытия под воздействием осадков, гололеда, тумана, повышенной влажности воздуха и других факторов;

- увеличение сопротивления движению за счет отложений снега, грязи, гололеда, появления неровностей на дороге, в результате чего сокращается свободная мощность двигателя автомобиля;

- изменение внешнего вида и очертания проезжей части и обочин, изменение параметров поперечного профиля за счет снежных отложений и образования полос наката, что приводит к изменению восприятия дороги водителем;

- уменьшение метеорологической видимости в периоды туманов, осадков, пурги, пыльных бурь, слепящего действия солнца, измеряющее восприятие условий движения водителем;

- ухудшение эксплуатационно-технических качеств автомобиля и прежде всего систем обеспечения удобства и безопасности движения, к которым относятся тормозная система, рулевое управление, система обеспечения обзорности и видимости, сигнальная система.

Следовательно, можно выделить благоприятные и неблагоприятные для движения периоды года, состояния дорог и метеорологические условия.

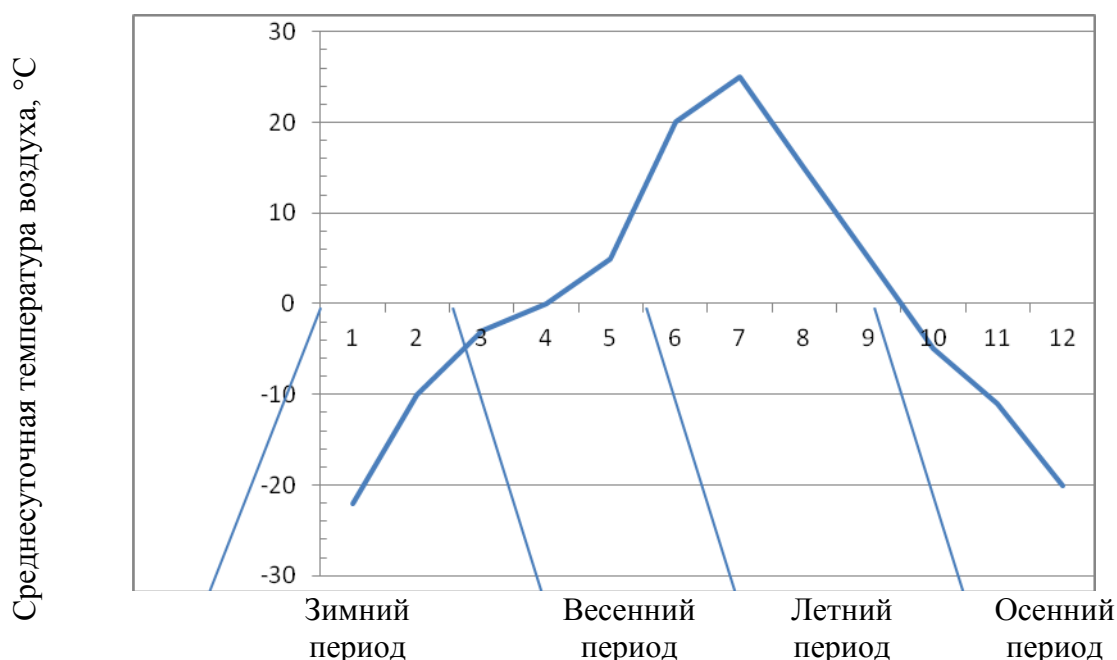
Под благоприятными понимаются такие условия движения, дорожные и метеорологические условия, отрицательные воздействия которых легко компенсируются за счет изменения режима работы автомобиля и нервно-эмоциональной напряженности водителя без снижения общей надежности,

производительности и эффективности функционирования «водитель — автомобиль — дорога — среда» и режима движения.

Состояние условий движения, дорожных и метеорологических условий, которые не могут быть компенсированы изменениями режима работы автомобиля и водителя, называются неблагоприятными.

Наиболее часто неблагоприятными будут условия движения в зимний и осеннее — весенний периоды года, а условия движения в летний период — только частным, наиболее легким случаем взаимодействия всех систем и функционирования комплекса «водитель — автомобиль — дорога — среда».

К зимнему периоду можно отнести период, характеризующийся устойчивой средней суточной температурой воздуха ниже 0 °С (рис. 4.). В некоторых случаях под зимним подразумевают период с момента образования устойчивого снежного покрова до момента его схода. Сопоставление показывает, что длительность периода устойчивости среднесуточной температурой ниже 0 и периода сохранения снежного покрова отличается в целом на 5—10 дней, то не имеет принципиального значения.



**Рис. 4.** Характерные периоды года по условиям движения

На большей части территории страны зимний период является самым длительным (табл. 1).

**Таблица 1.** Длительность зимнего периода

Число дней со снежным покровом	Более 200	220—260	180—220	140—280	100—140	60—100	20—60	Менее 20
Площадь территории страны, %	2,5	22,7	26,1	34,5	4,4	6,4	1,3	1,5

Переходные периоды — это осенний и весенний периоды с неустойчивой погодой, при которой наблюдаются осадки всех видов (твердые, жидкие и смешанные). Весенним периодом считается период со средней температурой воздуха от 0 до +15°. В целом, продолжительность этого периода, отличающегося резкими переходами от потеплений к похолоданиям, колеблется от 30—80 дней.

Летний сезон ограничивается датами перехода средней суточной температуры через +15° в период повышения весной и понижения осенью летом увеличивается количество осадков, но сокращается продолжительность их выпадения.

Осенним переходным периодом принято считать период, характеризующийся понижением температуры от +15° до 0, сокращением длительности дня, увеличением пасмурности, частыми дождями. Общее количество осадков в осенний период меньше, чем летом, но продолжительность их выпадения значительно больше. Продолжительность осеннего переходного периода на территории страны колеблется в широких пределах и составляет от 70 до 120 дней. Метеорологические условия являются основными внешними факторами, воздействующими на все системы комплекса «водитель — автомобиль — дорога — среда». Однако водитель и автомобиль значительно лучше защищены от непосредственного воздействия метеорологических явлений, чем дорога и прежде всего ее поверхность. Следовательно, задача проектирования дорог, транспортные качества которых остаются высокими при неблагоприятных погодноклиматических условиях остается актуальной.

#### **Библиографический список**

1. Методы, модели, алгоритмы управления процессом строительства, ремонта и содержания лесных автомобильных дорог в условиях ограниченных ресурсов [Текст] / А. В. Скрыпников, М. Ю. Смирнов, Е. В. Кондрашова [и др.] ; ФГБОУ ВПО «Поволжский государственный технический университет». — Йошкар-Ола, 2014. — 165 с.

2. Влияние условий движения на скоростные режимы транспортных потоков при вывозе древесины [Текст] / А. В. Скрыпников, Е. В. Кондрашова, Т. В. Скворцова, С. В. Дорохин // Современные наукоемкие технологии : материалы междунар. науч. конф. (Иордания (Акаба), 8—15 июня 2014 г.). — 2014. — № 4. — С. 153—154.

3. Скрыпников, А. В. Численное моделирование процесса движения транспортного потока [Текст] / А. В. Скрыпников, К. А. Яковлев // Современные проблемы науки и образования. — 2014. — № 3.

Проведено исследование природно-климатических условий Севера с учетом организации строительства на этих территориях зданий, сооружений и автомобильных дорог. На конкретных примерах проведены расчеты сезонного протаивания и промерзания грунтов в районах г. Воркуты и г. Сыктывкара, которые могут быть использованы для назначения глубины заложения и выбора типа фундаментов зданий и сооружений, а также разработки мероприятий, исключающих возможность появления недопустимых деформаций оснований и фундаментов, земляного полотна и покрытия автомобильных дорог.

**Ключевые слова:** автомобильная дорога, глубина заложения, основания и фундаменты, земляное полотно, грунт.

**В. С. Слабиков,**

кандидат экономических наук, доцент;

**В. А. Илларионов,**

кандидат геолого-минералогических наук, доцент;

**К. Е. Вайс,**

старший преподаватель

(Сыктывкарский лесной институт)

## **ВЛИЯНИЕ ПРИРОДНО-КЛИМАТИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ СЕВЕРА НА СТРОИТЕЛЬСТВО ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ И АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ**

Программа освоения природных богатств северных районов нашей страны, большой размах строительства на Севере, включая районы Арктики, поставили перед научными, проектными и строительными организациями ряд сложных проблем. Это, прежде всего, совершенствование принципов разработки генеральных планов, объемно-планировочных решений гражданских и промышленных зданий, производство новых строительных материалов и конструкций, учет многих технических факторов, связанных со строительством в условиях Севера.

Для обеспечения строительства на Севере создаются новые, и расширяются существующие базы строительной индустрии. В северные районы направляются новейшие и эффективные строительные материалы, и конструкции. Пересматриваются главы СНиП с включением в них разделов, содержащих нормативы специально для Северной строительной-климатической зоны, создаются некоторые другие нормативные и инструктивные документы.

Особенности формирования генеральных планов и объемно-планировочных решений промышленных предприятий и зданий вызываются прежде всего специфическими климатическими и местными условиями.

Работы в вечной мерзлоте имеют свою специфику, предполагающую применение самой современной техники и технологии, что еще более важно, высококвалифицированных профессиональных кадров.

В настоящее время никакое строительство в условиях развития сезонных и многолетних мерзлых пород невозможно без геокриологического обоснования проектов строительства зданий и сооружений. При исследовании решаются задачи практического приложения теории и методов геокриологии к инженерному делу.

Наблюдениями установлено непрерывное распространение многолетнемерзлых пород в районе г. Воркуты. Но и там под крупными реками и озерами встречаются участки, сложенные на всю мощность мерзлоты тальми породами (таликами). Количество и площадь таликов возрастает с севера на юг. Южная граница распространения многолетнемерзлых пород проводится условной линией по широтному колену р. Печора и опускается вдоль западного склона Урала.

Мощность многолетнемерзлой толщи колеблется в широких пределах. На южной окраине области распространения мерзлоты она минимальная (10—30 м), к северо-востоку закономерно увеличивается, достигая в отдельных местах несколько сотен метров.

В верхней части многолетней зоны мерзлоты выделяется деятельный слой. Этот слой характеризуется тем, что зимой он замерзает, а летом оттаивает. Наименьшая (0,2—1,0 м) его толщина наблюдается на болотистых местах вследствие плохой теплопроводности торфа, а наибольшая (2,0—4,0 м) — в песчаных, гравелистых и щебенистых грунтах, особенно если они расположены на склонах, обращенных к югу.

На большей части развития зоны многолетней мерзлоты деятельный слой в зимний период сливается с мерзлотной толщей, образуя так называемую сливающуюся мерзлоту. Там, где многолетнемерзлые грунты залегают глубоко, а также в теплую зиму такого слияния не происходит, между деятельным слоем и мерзлотой остается талый слой различной мощности. Этот вид мерзлоты получил название не сливающейся.

Строительство зданий и сооружений и прокладка автомобильных дорог в области распространения многолетнемерзлых пород приобрело большую актуальность. Переход мерзлых пород в талое состояние при строительстве или в процессе эксплуатации сооружений может существенно снизить несущие свойства грунтов. Наибольшая изменчивость основных показателей физико-механических свойств мерзлых пород происходит в верхней части криолитозоны и связана с промерзанием и оттаиванием деятельного слоя. При промерзании в дисперсных породах развиваются криогенные процессы пучения, морозобойные трещины, бугры пучения, наледи. При оттаивании термокарст, солифлюкция.

Процессы пучения связаны с поднятием поверхности земли при промерзании грунта за счет увеличения в нем объема влаги, переходящей в лед (верховые пучины в замкнутой системе) или вследствие подтягивания влаги к фронту промерзания из более увлажненных участков (коренные пучины в открытой системе).

В замкнутой системе в случае сливающегося деятельного слоя морозное пучение весьма ограничено и чаще всего не превышает 3 % его толщины.

К пучинистым грунтам относятся пылевато-глинистые грунты, пески пылеватые и мелкие, а также крупнообломочные грунты с пылевато-глинистым заполнителем.

Морозное пучение при открытой системе может достигать десятков процентов толщины деятельного слоя и оказывать значительное влияние на конструкции, расположенные в пределах его интенсивного воздействия. Эти конструкции (при недостаточной их заделке в вечномерзлом грунте) в ходе промерзания поднимаются силами пучения вверх, весной же они не могут перемещаться вниз вместе с оседающим грунтом, который оттаивает сверху, так как удерживается еще на оттаивающейся части и деятельного грунта. Следствием этого является выпучивание неглубоко погруженных фундаментов зданий и сооружений, пучины на автомобильных дорогах, выпучивание и наклоны опор, разрывы кабелей и т. д. Затраты на борьбу с этими деформациями зачастую составляют весьма значительную сумму.

В случае если возможность расширения промерзающей породы ограничена одним направлением, например, только вверх, деформации пучения проявляются в поднятии поверхности почв или грунта. Высота такого поднятия или пучения вычисляется по формуле, с учетом времени промерзания, средней температуры, влажности и коэффициента фильтрации породы, льдистости.

Учет климатических воздействий на определение глубины заложения фундаментов позволяет исключить возможность влияния морозного пучения на их устойчивость. Глубина заложения фундаментов во всех пучинистых породах должна быть не меньше нормативной или расчетной глубины сезонного промерзания, т.е. мощности деятельного слоя.

В инженерной практике для расчета глубины сезонного протаивания и промерзания пород применяются формулы, в том числе и для расчета изменения глубины протаивания при нарушении естественного поверхностного покрова. На стадии предварительных расчетов требуется знание минимального числа параметров — влажность и плотность пород: остальные входящие в расчет параметры можно установить по литературным данным. Только при необходимости уточнения расчетов потребуются данные специальных и полевых определений.

**Пример расчета.** Определить глубину сезонного протаивания пород в районе г. Воркуты. Расчетные данные:

состав породы — суглинок средний;

$\gamma_{ск} = 1300 \text{ кг/м}^3$ ;  $W_c = 0,16$ ;  $W_H = 0,01$ ;  $\lambda_T = 0,64$ ;  $\lambda_M = 0,84$ ;

$C_T = 1,63 \cdot 10^{-3} \text{ кДж/(м}^3\text{к)}$ ;  $C_M = 1,55 \cdot 10^{-3} \text{ кДж/(м}^3\text{к)}$ .

Глубина протаивания  $h_T$  определяется по формуле:

$$h_T = \sqrt{-\epsilon \alpha_M \tau}, \quad (1)$$

где  $\delta_1$  — поправочный множитель, равный отношению суммы положительных температур почвы к такой же сумме температур воздуха (в среднем  $\delta_1 = 1,1$ );  $\alpha_M$  — коэффициент температуропроводности мерзлой породы ( $\alpha_M = \lambda_M/C_M$ , здесь  $\lambda_M = 1,1 \text{ Вт/(м}^3 \cdot \text{к)}$  — коэффициент теплопроводности мерзлой породы (табл. 7.3 [2]);  $C_M = 1,69 \cdot 10^{-3} \text{ кДж/(м}^3 \cdot \text{к)}$  — объемная теплоемкость (табл. 7.3));  $\lambda_T = 0,85 \text{ Вт/(м}^3 \cdot \text{к)}$  — коэффициент теплопроводности талых пород (табл. 7.3).

Расход тепла  $q$  вычисляется по формуле:

$$q = \delta \gamma_{ск} (W_c - W_H), \quad (2)$$



где  $\delta = 335$  кДж/кг;  $\gamma_{\text{ск}} = 1300$  кг/м<sup>3</sup> — объемная масса скелета грунта;  $W_c = 0,16$  — суммарная влажность после оттаивания;  $W_n = 0,01$  — количество незамерзшей воды в долях единицы от массы сухой навески;

$$q = 335 \cdot 1300 \cdot (0,16 - 0,01) = 6,5 \cdot 10^4 \text{ кДж/м}^3.$$

Параметр  $\epsilon$  — функция от двух критериев (табл.7.4 [2]):

$$K_T = \lambda_T \delta_1 T_B / a_M q;$$

$$K_c = -C_M T_0 / q;$$

где  $T_B$  — среднее значение за период  $\tau$  – 15 сут.; температура воздуха = 10 °С;  $T_0 = -2$  °С — средняя годовая температура пород на подошве яруса с годовым теплооборотом;  $\tau$  — длительность периода протаивания, когда среднесуточная температура воздуха выше 0 °С:  $\tau = 125$  сут.;

$$K_T = 0,85 \cdot 1,1 \cdot 10 / 0,65 \cdot 10^{-3} \cdot 6,5 \cdot 10^4 = 0,22;$$

$$K_c = 1,69 \cdot 10^{-3} \cdot 2 / 6,5 \cdot 10^4 = 3,38 \cdot 10^{-3} / 6,5 \cdot 10^4 = 0,05.$$

На основании полученных значений  $K_T$  и  $K_c$  находим по табл. 7.4  $\epsilon = 0,037$ . Затем рассчитываем глубину сезонного протаивания:

$$h_T = \sqrt{\frac{2 \cdot 0,85 \cdot 1,1 \cdot 10 \cdot 125}{6,5 \cdot 10^4}} - 0,37 \sqrt{0,65 \cdot 10^{-3} \cdot 125 \cdot 24} = 2,94 - 0,07 = 2,87 \text{ м.}$$

Для района г. Воркуты расчетная средняя глубина сезонного протаивания составляет 2,8 м. При использовании многолетнемерзлых пород в качестве основания по несущей способности минимальную глубину заложения фундаментов необходимо принимать по СП 25.13330.2012 [3] для фундаментов всех типов +1 м, для свайных фундаментов +2 м, для свай опорных мостов +4 м.

Борьба с морозным пучением ведется путем осушения водонасыщенных грунтов в период их замерзания или путем уменьшения глубины промерзания, для чего пучинистые грунты полотна дороги покрывают теплоизоляционным слоем или заменяют песком, гравием в которых пучение не возникает.

В настоящее время хорошо разработаны и широко применяются в практике строительства два способа обеспечения устойчивости сооружений, возводимых на мерзлых породах по I и II принципам использования вечномерзлых грунтов в качестве оснований сооружений.

По принципу I вечномерзлые грунты основания используются в мерзлом состоянии, сохраняемом в процессе строительства и в течение всего периода эксплуатации сооружения. Расчет оснований по первой группе предельных состояний (по несущей способности) при использовании вечномерзлых грунтов по принципу I является обязательным, независимо от температурного состояния мерзлого грунта.

При II принципе вечномёрзлые грунты основания используются в оттаянном или оттаивающем состоянии (с их предварительным оттаиванием на расчетную глубину до начала возведения сооружения).

На вечномёрзлых грунтах могут применяться свайные, столбчатые и другие типы фундаментов, в том числе фундаменты на искусственных (насыпных, намывных) основаниях. Выбор типа фундамента и способы устройства основания устанавливаются проектом в зависимости от инженерно-геокриологических условий строительства, конструктивных особенностей сооружения и технико-экономической целесообразности.

В южной части северных районов, где отсутствует многолетняя мерзлота, важное значение для строительства имеют процессы сезонного промерзания и оттаивания горных пород.

При отрицательной температуре в зимний период в грунтах происходит фазовый переход воды в лед. При оттаивании мерзлых пород вследствие разрушения льдо-цементной связи породы сильно оседают и теряют свою несущую способность. Процессы промерзания — оттаивания влияют на формирование земной поверхности, с ними связаны климатические особенности территории. Способы и методы строительства.

**Пример расчета** нормативной глубины сезонного промерзания грунтов в районе г. Сыктывкара.

Для районов, где промерзание не превышает 2,5 м, ее нормативное значение допускается определять по формуле:

$$H_{\text{н}} = H_0 \sqrt{M_t},$$

где  $M_t$  — сумма абсолютных значений среднемесячных отрицательных температур за зиму в данном районе, принимаемых по СНиП по строительной климатологии и геофизике, а при отсутствии в них данных для конкретного пункта или района строительства — по результатам наблюдений гидрометеорологических станций, находящихся в аналогичных условиях с районом строительства. Данные наблюдений метеостанций отражены на климатических картах в атласе РК. Сумма абсолютных значений отрицательных температур за зиму в районе г. Сыктывкара составляет  $M_t = 58^\circ$ ;  $H_0$  — глубина промерзания, зависящая от вида горных пород, принимается равной для суглинков и глин — 0,23; для пылеватых супесей, мелко- и среднезернистых песков — 0,28; для гравелистых крупно- и среднезернистых песков — 0,3; для крупнообломочных пород — 0,34.

Отсюда нормативная глубина сезонного промерзания, принимаемая на часто встречаемых суглинках, составит:  $H_{\text{н}} = 0,23 \sqrt{58} = 1,8$  м; на песках  $H_{\text{н}} = 0,28 \sqrt{58} = 2,13$  м.

Расчетная глубина сезонного промерзания горных пород определяется по формуле:

$$H = m_t H_{\text{н}},$$

где  $H_n$  — нормативная глубина сезонного промерзания;  $m_t$  — коэффициент, учитывающий влияние теплового режима сооружения, принимаемый для наружных фундаментов отапливаемых сооружений по табл. 7.5 [2] (для наружных и внутренних фундаментов неотапливаемых сооружений —  $m_t = 1,1$ , кроме районов с отрицательной средней температурой).

Для района г. Сыктывкара расчетная глубина сезонного промерзания грунтов на суглинках, для зданий без подвала с полами по грунту и среднесуточной температурой воздуха в помещении  $10^\circ$  составляет:

$$H = 0,7 \cdot 1,8 = 1,26 \text{ м};$$

на песках по утепленному цокольному перекрытию и среднесуточной температуре воздуха в помещении  $20^\circ$  составит:

$$H = 0,7 \cdot 2,13 = 1,5 \text{ м}.$$

Нормативная и расчетная глубина сезонного промерзания грунтов используется для назначения глубины заложения и выбора типа фундаментов зданий и сооружений, а также разработки мероприятий, исключающих возможность появления недопустимых деформаций оснований и фундаментов, земляного полотна и покрытия автомобильных дорог.

#### **Библиографический список**

1. Геокриологические и гидрогеологические работы при разведке месторождений твердых полезных ископаемых (на примере Крайнего Севера) [Текст] / под ред. П. Ф. Швецова. — Москва : Недра, 1984. — 135 с.
2. Илларионов, В. А. Инженерное мерзлотоведение [Текст] : учеб. пособие для студентов направления «Геология» всех форм обучения / В. А. Илларионов ; ФГБОУ ВО «Сыктывкар. гос. ун-т им. Питирима Сорокина», Каф. Геологии. — Сыктывкар : СГУ им. П. Сорокина, 2015.
3. Основания и фундаменты на вечномёрзлых грунтах. Актуализированная редакция СНиП 2.02.04-88\* [Электронный ресурс] : СП 25.13330.2012. — Введ. 2011-12-29 // СПС «КонсультантПлюс» (дата обращения: 06.04.2017).

Рассмотрено состояние качества строительства и методы его оценки, в том числе и при строительстве автомобильных дорог. Произведен анализ рекомендуемых подходов при оценке качества строительства автомобильных дорог. Определены основные направления по совершенствованию оценки качества строительства, содержания и ремонта автомобильных дорог.

**Ключевые слова:** качество, автомобильная дорога, содержание автомобильных дорог, строительство

**В. С. Слабиков,**  
кандидат экономических наук, доцент;  
**В. А. Илларионов,**  
кандидат геолого-минералогических наук, доцент;  
**К. Е. Вайс,**  
старший преподаватель  
(Сыктывкарский лесной институт)

## ОЦЕНКА КАЧЕСТВА СТРОИТЕЛЬСТВА АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ

Под качеством законченного строительством объектов понимается совокупность свойств пусковых комплексов, очередей строительства и объектов различного назначения, обуславливающая их пригодность удовлетворять определенные потребности в соответствии с назначением строительной продукции в конкретных условиях эксплуатации.

Уровень качества законченного строительством объектов, который устанавливается на предпроектной стадии при разработке нормативной документации (стандартов, норм и правил), обеспечивается при проектировании, изготовлении материалов, конструкций, деталей и изделий, производстве строительномонтажных работ и поддерживается в процессе эксплуатации.

Исходя из вышеизложенного, определяются уровни качества конечной продукции строительства:

- нормативный — определяемый требованиями СП, ГОСТов, ТУ и других нормативных документов;
- фактический уровень — достигнутый уровень качества конечной продукции строительства на стадиях проектирования и осуществления проекта.
- эксплуатационный — проявляется и поддерживается в процессе эксплуатации законченного строительством объектов.

Для обеспечения в пределах заданного срока службы бесперебойного, круглогодичного, безопасного и удобного проезда автомобилей с установленными скоростями и нагрузками по автомобильным дорогам необходимо соблюдение условий движения определенных на стадии проектирования и их осуществления в период строительства. Определение соответствия показателей элементов, объектов, работ требованиям проекта осуществляется оценкой качества строительномонтажных работ, путем их освидетельствования в натуре, контрольных замеров,

проверки результатов производственных и лабораторных испытаний строительных материалов и контрольных образцов, записей в журналах производства работ и при необходимости производства дополнительных испытаний

Технический контроль качества дорожно-строительных работ ведется на основании действующего законодательства, требований проекта, строительных норм и правил и другие нормативных документов.

Различают приемку: скрытых работ, осуществляемую с целью проверки правильности выполнения отдельных работ или конструктивных элементов, которые будут частично или полностью скрыты при последующих работах; промежуточную ответственных конструкций.

Приемку с составлением актов освидетельствования скрытых работ надлежит производить по выполнении следующих работ:

- снятия мохового или дернового слоя, выторфовывания, корчевки, пней, устройства уступов на косогорах, замены грунтов или осушения основания, устройства свайных или иных типов основания под насыпями, устройства теплоизоляционных слоев;

- устройства водоотвода и дренажей, укрепления русел у водоотводных сооружений;

- возведения и уплотнения земляного полотна и подготовки его поверхности для устройства дорожной одежды;

- установки копирных струн или рельс-форм;

- устройства и уплотнения конструктивных слоев дорожной одежды;

- установки элементов швов;

- установки и натяжения арматуры (при устройстве цементобетонных покрытий).

Освидетельствование скрытых работ или промежуточную приемку после проверки правильности их выполнения в натуре и ознакомления с технической документацией оформляют актом на скрытые работы, составляемым в двух экземплярах, или актом промежуточной приемки, составляемым в трех экземплярах.

При контроле качества проверяются:

а) *ширина конструктивных слоев*. Ширина земляного полотна проверяется в трех равноудаленных местах на каждом километре дороги и обязательно в местах закрепления на трассе постоянных реперов, а также в местах, вызывающих сомнение при визуальном осмотре. Ширина дополнительных слоев, слоев основания к сокрытиям проверяется через каждые 100 м дороги;

б) *толщина конструктивных слоев*. Толщина дополнительных слоев, слоев основания и покрытий проверяется в трех поперечниках на каждом километре дороги (приблизительно через каждые 300 м дороги) путем промеров по оси и на расстоянии 1—1,5 м от края. Для промера толщины готового монолитного покрытия в каждом поперечнике берется по одному керну;

в) *поперечные уклоны*. Поперечные уклоны земляного полотна проверяются с помощью геодезических инструментов и шаблонов в тех же местах, что и ширина земляного полотна. Поперечные уклоны конструктивных слоев дорожной одежды проверяют шаблоном или рейкой с уровнем в одном поперечнике на пикете;

г) *продольный профиль*. Правильность продольного профиля и его соответствие проекту (высотные отметки по оси) проверяют: контрольным нивелированием не менее чем на 10 % протяжения принимаемого участка с шагом 5 и в наиболее неблагоприятных местах, установленных визуальным осмотром;

д) *ровность поверхности*. Ровность контролируется захватками (участками) длиной 300 и на каждом километре дороги путем измерения просветов под трехметровой рейкой и значений амплитуд. Захватки принимаются на самых неблагоприятных по ровности участках, установленных визуальным осмотром. Рейка укладывается через каждые 30 м дороги в трех местах — на оси и в одном метре от кромок.

Просветы под рейкой измеряется в пяти контрольных точках, расположенных на расстоянии 0,5 и одна от другой и от концов рейки. Общее число измерений просветов на каждой захватке должно быть, но менее 150.

Значения амплитуд ( $A$ ) определяют измерением вертикальных абсолютных или относительных отметок путем нивелирования с шагом 5 и вычислением алгебраических разностей отметок точек.

$$A_p = 0,5(H_i + H_{i+2}), \quad (1)$$

где  $H_i, H_{i+2}$  — отметки смежных точек, полученные нивелированием.

Все вычисления должны производиться со сдвижкой на 5 и чтобы для каждой захватки получить не менее 50—60 значений амплитуды.

Общее число промеров для определения ширины, толщины и уклона на сдаваемом участке должно быть не менее чем по 20 в каждом случае.

Результаты измерений заносят в ведомость промеров и сравнивают их значения с допускаемыми отклонениями от проектных размеров

Оценка качества в баллах параметров, характеризующих качество соответствующих видов работ и элементов

$$S = \frac{5P_5 + 4P_4 + 3P_3}{P_5 + P_4 + P_3}, \quad (2)$$

где  $P_5, P_4, P_3$  — число видов работ или параметров, получивших балл соответственно 5, 4 и 3.

Качество устройства многословных оснований и покрытий (в баллах)

$$S_i = \frac{C_1 S_1 + C_2 S_2 + \dots + C_n S_n}{C_1 + C_2 + \dots + C_n} \quad (3)$$

где  $C_1, C_2, \dots, C_n$  — сметная стоимость устройства каждого слоя многослойных оснований и покрытий;  $S_1, S_2, \dots, S_n$  — качество устройства каждого слоя в баллах;  $n$  — число слоев.

По полученным при этом средним значениям  $S_i$ , равный от 4,51 до 5,00 устанавливается оценка «отлично», от 3,51 до 4,50 — «хорошо», от 3,00 до 3,50 — «удовлетворительно».

Современный подход при оценке качества строительства характеризуется значительным количеством предложений по его оценке. Среди них предложе-

ние об альтернативной оценки («годен — не годен»), реализуемое в Саратовской системе управления качеством, ориентирующей на сдачу продукции с первого предъявления — «ноль дефектов». Принципы оценки этой системы получило применение в строительстве, особенно при производстве материалов и конструкций, выполнении строительно-монтажных работ.

Однако применение этой системы оценки качества по альтернативному признаку обуславливающей «ноль дефектов», возможно лишь в том случае, когда достигнут высокий уровень качества при условии достижения необходимого технического уровня производства, слаженной работы всех участников строительного процесса, четкой инженерной производственно-технологической комплектацией, высокой квалификация работников и совершенного хозяйственного механизма управления.

Основной недостаток методов оценки уровня качества, применяемых в настоящее время в строительстве, состоит в том, что все они базируются на чисто инженерном подходе и понятию качества продукции как совокупности свойств, обуславливающих ее пригодность удовлетворять определенные потребности в соответствии с ее назначением. Все это создает трудности при подсчете экономического эффекта от внедрения мероприятий, направленных на повышение качества продукции. Не создается и реальная база для экономического стимулирования труда работников.

В условиях рыночных отношений экономические интересы строителей и государства требуют учета не только высокого качества строительной продукции, но и дополнительных затрат при достижении этого же уровня качества. При этом объективность оценки качества повышается, если в ней сочетаются одновременно инженерный и экономический подходы.

Критерием оценки должна быть степень соответствия показателей качества выполненных работ требованиям норм, так как любые отклонения от их требования приводят к дополнительным затратам, перерасходу материально-технических ресурсов. Поэтому оценка качества должна иметь экономическое содержание и содержать потери, связанные со снижением его уровня. Эту характеристику оценки необходимо учитывать при определении значимости показателей качества.

Для объективной оценки качества строительной продукции необходимо создавать службу контроля качества, к функциям которой относятся осуществление всех видов контроля и сбор информации для оценки качества, поступающей в процессе операционного контроля. В результате можно управлять процессом формирования показателей качества, то есть определять причину возникновения отклонений от технологических режимов, место и время их возникновения и выявлять конкретных виновников появления дефектов.

#### **Библиографический список**

1. Автомобильные дороги. Актуализированная редакция СНиП 2.05.02-85\* [Электронный ресурс] : СП 34.13330.2012. — Введ. 2012-06-30 // СПС «КонсультантПлюс» (дата обращения: 03.04.2017).
2. Брептман, Б. П. Контроль качества при строительстве и реконструкции автомобильных дорог [Текст] / Б. П. Брептман, И. С. Семеледи // Наука и техника в дорожной отрасли. — 2006. — № 4 — С. 14—15.

3. Кирпичникова, Т. В. Оценка эффективности затрат строительных организаций на обеспечение качества строительной продукции [Текст] / Т. В. Кирпичникова // Экономика строительства. — 2001. — № 4. — С. 52—58.
4. Ковалев, П. В. Пособие по производственному контролю качества при строительстве автомобильных дорог [Текст] / П. В. Ковалев, А. Б Мансветов, И. М Свежинская. — Москва, 1998. — 131 с.
5. Правила по проведению сертификации систем качества в Российской Федерации [Электронный ресурс] : ГОСТ Р 40.001-95. — Введ. 1995-08-28 // СПС «КонсультантПлюс» (дата обращения: 03.04.2017).
6. Системы качества. Модель обеспечения качества при проектировании, разработке, производстве, монтаже и обслуживании [Текст] : ГОСТ Р ИСО 9001-96. — Введ. 1997-01-01. — Москва : Изд-во стандартов, 1996. — 21 с.
7. Системы качества. Модель обеспечения качества при производстве, монтаже и обслуживании [Текст] : ГОСТ Р ИСО 9002-96. — Введ. 1997-01-01. — Москва : Изд-во стандартов, 1996. — 19 с.
8. Системы качества при окончательном контроле и испытаниях [Текст] : ГОСТ Р ИСО 9003-96. — Введ. 1997-01-01. — Москва : Изд-во стандартов, 1996. — 14 с.



## **Секция «Бухгалтерский учет, анализ и налогообложение»**

**УДК 336**

Определены актуальность, недостатки и преимущества риск-ориентированного планирования контроля, возможность его применения на примерах УФК, материалов ФНС, Контрольно-счетной палаты Республики Коми.

**Ключевые слова:** контроль социальный, планирование риск-ориентированное, результативность контроля.

**Г. П. Енц,**  
кандидат экономических наук, доцент  
(Сыктывкарский лесной институт)

### **РИСК-ОРИЕНТИРОВАННОЕ ПЛАНИРОВАНИЕ КОНТРОЛЯ**

На контроль, как функцию управления социально-экономической системой, накладывается непрерывное наблюдение за финансовыми распределительными процессами, включая производство, распределение, обмен и потребление общественно необходимого продукта и их проверка, установление причин нарушения законности финансово-хозяйственных операций, риск наличия которых, несомненно, существует.

Финансовый контроль — это совокупность действий и операций, осуществляемых специально уполномоченными органами, с целью контроля за соблюдением субъектами хозяйствования и органами государственной власти и местного самоуправления норм права в процессе образования, распределения и использования финансовых ресурсов для своевременного получения полной и достоверной информации о ходе реализации принятых управленческих финансовых решений» [1].

В послании Федеральному Собранию Российской Федерации 2014 года глава государства указал на необходимость в максимальной мере снять чрезмерные ограничения с предпринимателей, избавить их от избыточного надзора и контроля, отказаться от принципа тотального контроля и перейти к риск-ориентированному подходу при осуществлении государственного контроля (надзора). Для реализации поставленных Президентом Российской Федерации задач в 2015 г. был принят Федеральный закон от 13 июля 2015 г. № 246-ФЗ «О внесении изменений в Федеральный закон "О защите прав юридических лиц и индивидуальных предпринимателей при осуществлении государственного контроля (надзора) и муниципального контроля"», которым значительно снижено административное давление на бизнес. Законом установлено, что с 1 января 2016 г. по 31 декабря 2018 г. не будут проводиться плановые проверки субъектов малого предпринимательства, с 1 января 2018 г. при проведении контроля (надзора) начнет применяться риск — ориентированный подход.

На сегодняшний день систему законодательства, регламентирующего вопросы государственного контроля (надзора) и муниципального контроля, со-

ставляют Федеральный закон от 26 декабря 2008 г. № 294-ФЗ «О защите прав юридических лиц и индивидуальных предпринимателей при осуществлении государственного контроля (надзора) и муниципального контроля».

Принятый Федеральный закон 21 декабря 2013 г. № 370-ФЗ «О внесении изменений в ст. 77 Федерального закона "Об общих принципах организации местного самоуправления в Российской Федерации"», определил полномочия органов прокуратуры по формированию и согласованию ежегодного плана проведения государственными органами, уполномоченными на осуществление государственного контроля (надзора), проверок и согласованию внеплановых проверок деятельности органов местного самоуправления и должностных лиц местного самоуправления

Однако в настоящее время имеется ряд факторов, препятствующих повышению результативности и эффективности действующих систем государственного контроля (надзора) и муниципального контроля:

на федеральном законодательном уровне не установлены единые правовые основы системы государственного контроля (надзора), включающие принципы, предмет и общие правовые нормы, регулирующие осуществление различных видов контроля, надзора и разрешительных функций;

методологически не проработаны и законодательно не установлены принципы формирования показателей результативности и эффективности государственного контроля (надзора) и муниципального контроля в разных сферах деятельности, отсутствует методика их расчёта и мониторинг результативности и эффективности контрольно-надзорной деятельности.

На данный момент на общественном обсуждении находится проект федерального закона «Об основах государственного и муниципального контроля и надзора в Российской Федерации», который должен определить правовые и организационные основы системы государственного и муниципального контроля и надзора — давно назревшая необходимость.

В законопроекте остается ряд нерешенных вопросов: отсутствие целей, перечня основных понятий, используемых в законе, проблемы с кодификацией норм и юридической техникой, противоречивый перечень форм и методов контроля и ограничений на их применение, нечеткое, запутанное построение системы управления рисками, недостаточная проработанность в части общественного контроля, профилактики и предупреждения нарушений, дополнительных негосударственных форм контроля, отсутствие норм об обязательном обосновании вновь вводимых видов и полномочий государственного и муниципального контроля (надзора) и др. [2].

Действующее законодательное регулирование государственного контроля (надзора) и муниципального контроля нуждается в системном, научно обоснованном, поэтапном совершенствовании. Совершенствование законодательного регулирования контрольно-надзорной деятельности должно способствовать:

– достижению высокого уровня защищенности прав и законных интересов граждан, коммерческих и некоммерческих организаций, государства от различных угроз, в том числе возникающих в сфере экономики;

- снижению рисков, связанных с открытием и ведением бизнеса, повышению инвестиционной привлекательности Российской Федерации;
- повышению эффективности системы государственного управления в целом.

При этом дополнительно проработать вопросы:

- правовой регламентации проведения плановых осмотров и других бесконтактных форм взаимодействия с объектами контроля в целях исключения безрезультативных и низкоэффективных проверок;
- закрепления в законопроекте эффективных правовых механизмов, форм и методов, направленных на реализацию принципа превентивной направленности при планировании и осуществлении государственного контроля (надзора) и муниципального контроля, согласно которому в качестве приоритетных мер органы контроля (надзора) должны осуществлять меры по борьбе с причинами возникновения рисков причинения вреда и профилактические мероприятия, направленные на предотвращение нарушений обязательных требований и недопущение нанесения вреда охраняемым законом интересам;
- установления дополнительных механизмов, препятствующих хозяйствующим субъектам уклоняться от проведения плановых проверок (в частности, при отсутствии хозяйствующего субъекта по месту проведения проверки при условии соблюдения требований о его надлежащем уведомлении);
- закрепление правовых возможностей проверки исполнения выданного органом контроля (надзора) предписания об устранении нарушений, выявленных в ходе ранее проведенной проверки;
- определение уполномоченного государственного органа, устанавливающего порядок согласования совместных проверок органов контроля (надзора) при формировании прокуратурой субъекта Российской Федерации ежегодного плана проверок в субъекте Российской Федерации;
- установления комплекса показателей оценки результативности деятельности органов контроля (надзора), отражающих степень достижения общественно значимых результатов контроля (надзора), соотношенных с целями государственного регулирования в соответствующей сфере деятельности, в том числе в виде минимизации причинения вреда охраняемым законом ценностям в соответствующей сфере деятельности.

Таким образом, одна из задач данного проекта предполагает создание институциональных условий в виде системы управления рисками причинения вреда, возможного к выявлению при осуществлении государственного и муниципального контроля и надзора. Разработка и принятие данных норм в виде закона предполагает значительно систематизировать существующую систему управления рисками и усилить действенность контроля на экономику через финансовую систему России. Названные условия отвечают целям реформирования финансовой системы России.

Действенность — один из принципов финансового контроля и означает отражение степени воздействия контроля на экономику, выражается через эффективность мер, принятых по результатам его осуществления. Соблюдая этот принцип, можно создать условия для более эффективного ведения дел посред-

ством быстрого, своевременного устранения нарушений в использовании средств, недостатков в организации деятельности и возмещения виновными лицами причиненного ущерба.

Исследуя возможности риск-ориентированного подхода к планированию контрольной деятельности в финансово-хозяйственной и бюджетной сферах, необходимо на этапе планирования контрольных мероприятий органами и структурами контроля изучить камерально информацию, которая связана с недостатками и нарушениями в этих сферах, т. е. провести анализ сведений о результатах ранее проведенных контрольных мероприятий других уполномоченных органов (например, Счетная палата Российской Федерации, Контрольно-счетные органы финансового контроля регионов, Федеральное казначейство, органы внутреннего контроля ведомств, правоохранительные органы и др.), о фактическом состоянии распределительных финансовых отношений, использованных при этом финансовых инструментов, имеющих и вероятных проблемах. Так, например, для более эффективного и результативного осуществления такого контроля могут быть использованы данные, которыми функционально оперирует Федеральное казначейство [3]. Контролеры-ревизоры могут в течение предшествующего проверке года анализировать состояние лицевых счетов подконтрольных организаций.

Следующим примером, для более эффективного и результативного осуществления контроля могут быть использованы данные, которыми можно охарактеризовать применение риск-ориентированного подхода при выборе объектов для проведения выездных налоговых проверок. Детальный анализ зон риска, использование всех инструментов, предоставленных действующим законодательством, позволило повысить эффективность одной выездной проверки на 8,3 % по сравнению с 2014 г. (с 8,2 млн руб. до 8,9 млн руб.). Данный результат был обеспечен при одновременном снижении общего количества проведенных выездных проверок, количество которых по сравнению с 2014 г. снизилось на 14,2 %. Результативность выездных налоговых проверок за 2015 год составила 99,1 %, что выше уровня 2014 г. на 0,2 процентного пункта (98,8 %).

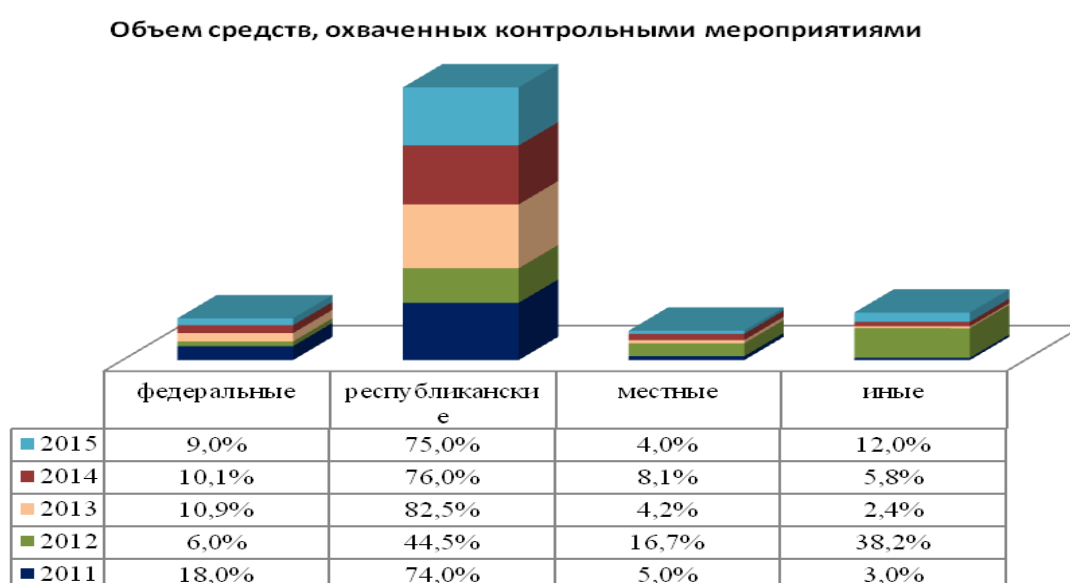
Каждый бюджетный риск оценивается по критерию «вероятность», характеризующему ожидание наступления события, негативно влияющего на выполнение внутренних бюджетных процедур, и критерию «последствия», характеризующему размер возможного наносимого ущерба, потери репутации главного администратора (администратора) бюджетных средств (снижение внешней оценки качества финансового менеджмента главного администратора бюджетных средств), существенность налагаемых санкций за допущенное нарушение бюджетного законодательства, снижение показателя результативности (экономности) использования бюджетных средств.

По каждому критерию определяется шкала уровней вероятности (последствий) риска, имеющая не менее четырех позиций, например: уровень по критерию «вероятность» — от 0 до 20 %, от 20 до 40 %, от 40 до 60 %, от 60 до 80 %, от 80 до 100 %. Уровень по критерию «последствия» — низкий, умеренный, высокий, очень высокий [3]. Оценка вероятности осуществляется на основе анализа информации о следующих причинах рисков: недостаточность правовых оснований;

длительный период приведения средств автоматизации подготовки документов; несвоевременность представления документов; наличие конфликта интересов у должностных лиц [4]; отсутствие разграничения прав доступа пользователей к базам данных; неэффективность средств автоматизации подготовки документа; недостаточная укомплектованность подразделения и др.

Задача повышения результативности и эффективности государственного контроля (надзора) в Российской Федерации является в настоящее время одной из приоритетных в сфере совершенствования системы государственного управления, наряду с задачей повышения качества разрабатываемых и принимаемых государственных решений и задачей повышения качества организации исполнения принятых государственных решений.

В соответствии с федеральным законом [4] каждый субъект Российской Федерации имеет собственный контрольно-счетный орган. Контрольно-счетная палата Республики Коми является постоянно действующим органом внешнего государственного финансового контроля Республики Коми, образуется Государственным Советом Республики Коми и ему подотчетна. Рассмотрим деятельность Контрольно-счетной палаты Республики Коми за период с 2011 по 2015 г. В ходе осуществления контрольной и экспертно-аналитической деятельности Контрольно-счетная палата Республики Коми выявляет многочисленные факты нарушений и недостатков в деятельности проверяемых организаций, устанавливает не только злоупотребления, но и ошибки при принятии управленческих решений. Объем охваченных контрольными мероприятиями средств за период с 2011 по 2015 г. составил более 16 млрд руб. Как видно из официальных данных, большая часть проверок Контрольно-счетной палаты Республики Коми за последние 5 лет приходилась на средства республиканского бюджета Республики Коми (рис. 1). Контрольные мероприятия были проведены в сфере образования, здравоохранения и иных отраслях, а также по вопросам строительства социально-значимых объектов.



**Рис. 1.** Структура средств, охваченных контрольными мероприятиями, 2011—2015 гг.

Всего в результате проведенных контрольных и экспертно-аналитических мероприятий за период 2011—2015 гг. было выявлено более 20 видов нарушений и недостатков на общую сумму более 5,7 млрд руб. (рис. 2).



**Рис. 2.** Структура финансовых нарушений и недостатков, 2011—2015 гг.

Исходя из проводимой контрольной работы Контрольно-счетной палатой Республики Коми вполне реально применить подход к контролю через риск-ориентированное планирование.

#### Библиографический список

1. Грязнова, А. Г. Финансовое регулирование социально-экономических процессов [Электронный ресурс] / А. Г. Грязнова. — Режим доступа: [be5.biz/ekonomika/fgag/06.htm](http://be5.biz/ekonomika/fgag/06.htm).
2. Об основах государственного и муниципального контроля и надзора в Российской Федерации (в соответствии с поручением Президента Российской Федерации № Пр-13 [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <http://gkhrazvitie.ru/tape/news/2015/07/2907>.
3. Методические рекомендации по осуществлению внутреннего финансового контроля [Электронный ресурс] : приказ Министерства Финансов Российской Федерации от 7 сентября 2016 г. № 356 // СПС «Консультант Плюс».
4. Об общих принципах организации и деятельности контрольно-счетных органов субъектов Российской Федерации и муниципальных образований [Электронный ресурс] : федеральный закон № 6-ФЗ от 7 февраля 2011 г. // СПС «Консультант Плюс».
5. Отчет о деятельности Федеральной службы финансово-бюджетного надзора за 2015г. [Электронный ресурс] // Финансовая служба финансово-бюджетного надзора. — Режим доступа: <http://www.rosfinnadzor.ru/>.
6. Отчеты о деятельности Контрольно-счетной палаты республики Коми за 2011—2015 годы [Электронный ресурс] // Контрольно-счетная палата Республики Коми. — Режим доступа: <http://ksp.rkomi.ru/left/deyat/otchety/>.

Определена возможность регулирования экономического развития с использованием налогового потенциала, возможность его применения на примере Республики Коми.

**Ключевые слова:** налоговый потенциал, информационно-аналитическая база, бюджетное регулирование, экономическое развитие.

**Г. П. Енц,**  
кандидат экономических наук, доцент;  
**Е. С. Потапова,**  
напр. подготовки бакалавриата «Менеджмент», 4 курс  
(Сыктывкарский лесной институт)

## **ВОЗМОЖНОСТИ РЕГУЛИРОВАНИЯ ТЕРРИТОРИАЛЬНОГО РАЗВИТИЯ НА ОСНОВЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ НАЛОГОВОГО ПОТЕНЦИАЛА (НА ПРИМЕРЕ РЕСПУБЛИКИ КОМИ)**

В настоящее время регион вправе производить ту или иную налоговую политику, а именно менять ставки региональных налогов или нет, предоставлять льготы по налогам в рамках федерального законодательства или полностью отказаться от льгот. К тому же это является его собственным выбором, который влияет на доходную часть бюджета. С этой целью и следует использовать налоговый потенциал.

Налоговый потенциал является финансовой категорией, характеризующей финансово-экономические отношения по формированию налоговых обязательств экономических субъектов, доходов территориальных субъектов и государства в целом с позиции финансово-экономических возможностей. Реальная оценка налогового потенциала связана с наличием, формированием и мониторингом информационно-аналитической базы о влиянии управленческих мер на экономическое развитие экономических субъектов и территориальных образований внутри государства, способствующих увеличению общественно значимых фондов денежных средств. Так, при составлении регионального бюджета его доходная структура должна полностью (или хотя бы в существенной мере) контролироваться властями соответствующего уровня (табл. 1). Такая ориентация налоговой политики дает возможность обеспечить не только экономическую, но и политическую независимость территориальных бюджетов. Чем больше территориальные бюджеты зависят от внешних доходов, тем ощутимее постороннее политическое влияние на них [2, с 59—64].

Динамика и структура налоговых доходов бюджета Республики Коми за период с 2008 по 2017 г. претерпели заметные изменения. Удельный вес собственных доходов уменьшился на 6% (с 92 до 86 %). При этом весьма существенно сократился удельный вес налоговых доходов (с 84 до 71 %), что свидетельствует о заметном снижении финансовой устойчивости бюджета.

**Таблица 1.** Динамика и структура налоговых доходов бюджета Республики Коми за период 2008—2017 гг.

Показатель Год	В текущих ценах, млрд руб.									
	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
Доходы, всего	24,2 (100)	24,3 (100)	27,3 (100)	35,3 (100)	36,6 (100)	39,9 (100)	47,0 (100)	52,5 (100)	48,4 (100)	54,4 (100)
В том числе:										
- собственные доходы	22,5 (92)	22,6 (93)	29,8 (84)	26,4 (72)	31,8 (80)	37,2 (79)	43,4 (83)	41,0 (85)	42,1 (85)	47,0 (86)
- налоговые доходы:	20,4 (83)	20,5 (84)	22,2 (81)	29,0 (82)	26,0 (71)	29,5 (74)	34,4 (73)	38,6 (74)	36,8 (76)	45,2 (83)
- налог на прибыль	9,5 (38)	9,6 (39)	8,9 (33)	12,7 (36)	9,5 (26)	12,5 (31)	16,2 (34)	17,7 (34)	12,2 (25)	16,7 (31)
- налог на доходы физических лиц	5,3 (21)	5,4 (22)	6,6 (24)	8,0 (23)	8,3 (23)	9,1 (23)	10,2 (22)	12,4 (24)	13,4 (28)	15,4 (28)
- акцизы	0,9 (2)	1,0 (4)	1,1 (4)	1,2 (3)	1,6 (4)	2,2 (6)	2,5 (5)	2,3 (4)	3,0 (6)	2,9 (5)
- налоги на имущество	2,4 (9)	2,5 (10)	3,2 (12)	4,1 (12)	4,7 (13)	4,8 (12)	4,5 (10)	5,0 (10)	7,1 (15)	9,2 (17)
- налог на добычу полезных ископаемых	1,5 (6)	1,6 (7)	1,8 (7)	2,7 (8)	1,5 (4)	0,5 (1)	0,5 (1)	0,4 (1)	0,3 (1)	0,2 —
- неналоговые доходы	2,0 (8)	2,1 (9)	1,2 (4)	0,8 (2)	0,4 (1)	2,3 (6)	2,8 (6)	4,8 (9)	4,2 (9)	1,8 (3)
- безвозмездные поступления	1,6 (6)	1,7 (7)	3,9 (14)	5,5 (16)	10,2 (28)	8,1 (20)	9,8 (21)	9,1 (17)	7,4 (15)	7,4 (14)

**Примечание.** В скобках указано процентное соотношение.

В мировой практике под налоговым потенциалом понимается способность базы налогообложения, находящейся в пределах компетенции определенной территории, приносить доходы в виде налоговых поступлений. Налоговый потенциал в узком определении представляет собой финансовые ресурсы, которые через налоговые платежи должны в соответствии с действующим законодательством поступить в бюджет. Налоговый потенциал также рассматривается как возможный бюджетный доход на душу населения, который может быть получен соответствующими органами власти за определенный период (финансовый год) при использовании единых для всей территории страны условий налогообложения, что несет в себе уже социальный смысл с позиции исполнения конституционных обязательств.

Показатель налогового потенциала играет тактическую и стратегическую роль в бюджетном регулировании, в частности при определении размеров предоставления межбюджетных трансфертов в соизмерении наличия стимула у органов власти к увеличению собственной доходной базы (табл. 2).

В 2008 г. прирост показателя собственных доходов составлял 0,1 %. К началу 2017 г. абсолютные изменения значительно выросли и составили 4,9 %.



**Таблица 2.** Абсолютные изменения динамики и структуры налоговых доходов бюджета РК в 2008—2017 гг.

Показатель	Год									
	2009 к 2008	2010 к 2009	2011 к 2010	2012 к 2011	2013 к 2012	2014 к 2013	2015 к 2014	2016 к 2015	2017 к 2016	
Собственные доходы	+0,1	+7,2	-3,4	+5,4	+5,4	+6,2	-2,4	+1,1	+4,9	
Налог на прибыль	+0,1	-0,7	+3,8	-3,2	+3	+3,7	+1,5	-5,5	+4,5	
Налог на доходы физических лиц	+0,1	+1,2	+1,4	+0,3	+0,8	+1,1	+2,2	+1	+2	
Акцизы	+0,1	+0,1	+0,1	+0,4	+0,6	+0,3	-0,2	+0,7	-0,1	
Налоги на имущество	+0,1	+0,7	+0,9	+0,6	+0,1	-0,3	+0,5	+2,1	+2,1	
Налог на добычу полезных ископаемых	+0,1	+0,2	+0,9	-1,2	-1	0	-0,1	-0,1	-0,1	
Неналоговые доходы	+0,1	-0,9	-0,4	-0,4	+1,9	+0,5	+2	-0,6	-2,4	
Безвозмездные поступления	+0,1	+2,2	+1,6	+4,7	-2,1	+1,7	-0,7	-1,7	0	

Если реально определены налоговые возможности регионов, то тем самым резко уменьшается вероятность субъективного подхода к оценке действительной потребности в финансовой помощи, повышается самостоятельность в использовании своего налогового потенциала, снимаются в какой-то мере противоречия между центром и субъектами, так как устраняется главная причина — несправедливость в распределении дотаций (рисунок).



График безвозмездных поступлений

Исходя из данных графика, можно сделать следующий вывод: минимальное значение финансовой помощи составляло в 1,6 млрд руб. в 2008 г., наибольшее значение было в 2012 г. — 10,2 млрд руб., далее имело тенденцию снижения и составило к 2017 г. 7,4 млрд руб.

Практически все регионы имеют разный налоговый потенциал. Существующий механизм формирования доходов ставит бюджеты регионов и, следовательно, местные в прямую зависимость от федерального бюджета, так как их объем формируется в основном за счет доходных источников, величина которых определяется видами передаваемых налогов и нормативами отчислений в соответствующие бюджеты. Такой механизм формирования доходов, подчеркивая зависимость от вышестоящего уровня, ограничивает возможности региональных органов власти по формированию доходной части бюджетов, воздействию на экономические и социальные процессы, их регулированию. Кроме того, расчет объема дотаций регионам осуществляется при непосредственном учете индекса налогового потенциала.

В связи с тем, что между экономической, финансами и налогами можно установить строгую зависимость, развитие процессов познания экономических, финансовых и связанных с ними денежных отношений является предпосылкой толкования существа налогового потенциала. Воспроизводственные финансовые процессы закладывают фундамент налогового потенциала, определяют его теоретический смысл и формы практического использования.

Существует прямая зависимость между показателями налогового и социально-экономического потенциалов региона. Социально-экономический потенциал региона выражается через систему показателей социального и экономического характера. Налоговый потенциал является источником финансовой самостоятельности регионов — субъектов Федерации.

#### **Библиографический список**

1. Любушин, Н. П. Экономический анализ теория и практика [Текст] / Н. П. Любушин. — Москва, 2011. — С. 30—36.
2. Любушин, Н. П. Экономический анализ теория и практика [Текст] / Н. П. Любушин. — Москва, 2011. — С. 59—64.
3. Динамика и структура налоговых доходов бюджета Республики Коми [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <http://minfin.rkomi.ru/> (дата обращения: 19.03.17).

## Секция «Гуманитарные и социальные направления»

УДК 378:005.511(985)

В статье предлагается по-новому подойти к проблеме взаимоотношений бизнеса и общества. С точки зрения бизнес-стратегии, корпоративно-общественная интеграция может стать источником небывалого социального прогресса, так как бизнес вкладывает огромные ресурсы, ноу-хау и аналитические данные в те виды деятельности, которые приносят пользу обществу.

**Ключевые слова:** корпоративно-общественная интеграция, совокупные ценности, бизнес, общество, корпоративной социальной ответственности.

**Н. М. Большаков,**  
доктор экономических наук, профессор  
(Сыктывкарский лесной институт)

### ИНТЕГРАЦИЯ ДЕЛОВЫХ И ОБЩЕСТВЕННЫХ ИНТЕРЕСОВ — ПУТЬ РАЗВИТИЯ АРКТИКИ

**Постановка задачи.** Осуществляя переход на новое качество технологического обеспечения при освоении Арктической зоны РФ в условиях социально-экономической трансформации нельзя обходить едва ли не первостепенные проблемы, связанные с совершенствованием экологических и социальных отношений. Как бы ни был важен Указ Президента от 04.02.1994 № 236 «О государственной стратегии Российской Федерации по охране окружающей среды и обеспечению устойчивого развития», сам по себе, одного его недостаточно. Если политическое решение не будет в достаточной степени поддерживаться новым *социальным стандартом* и если не будет обеспечена *экономическая устойчивость*, основанная на интеграции сторон: бизнеса и общества, то любое политическое решение неизбежно приведет к уменьшению устойчивости или даже к полному ее отсутствию. Энергетический кризис обострил борьбу между конфликтующими ценностями промышленности (бизнеса) и среды обитания (общества). Современные крупные сырьедобывающие компании контролируемые частным капиталом, занимающиеся освоением Арктики, стремятся лишь к тому, чтобы освоить месторождение и получить в результате максимальную выгоду. При этом их мало интересуют природа, экосистемы, которые они разрушают, тот ущерб и те социальные нормы, которые связаны с отравлением окружающей среды. Приведем типичный пример из современной практики освоения Арктической зоны. Компания, транспортирующая в Арктике углеводороды при углублении русла Оби, разрушила уникальный естественный «биологический фильтр». Он очищает сток и формирует кормовые поля для откорма рыбы. Ненцы в этом районе испокон века готовили запасы рыбы на всю зиму. Но в официальных экологических экспертизах все в порядке. Дело в том, что подобные экспертные заключения заказываются по контракту либо «своим экспертам» либо дочерним псевдоэкологическим компаниям. Такие вещи, просто не учитываются и не проходят реально ни по какой статье в издержках произ-

водства. А эти нормы в наше время изменились. И, следовательно, вопрос о распределении соответствующих издержек между «продавцом» — бизнесом и обществом — потребителем загрязненной, а иногда и вконец изуродованной окружающей среды остается неурегулированным. И сейчас в этой области отношений между компаниями и обществом нельзя утверждать ничего определенного. И ничего нельзя гарантировать. Это, прежде всего, вопрос о разрыве системы ценностей, как бизнеса, так и общества в нестабильной и крайне неустойчивой экономико-политической ситуации, несмотря на то, что в ней оказывается возможным найти кооперативное устойчивое экономическое решение, поскольку *сила общественного мнения сильнее власти денег*.

В статье мы предлагаем по-новому подойти к проблеме взаимоотношений бизнеса и общества. Излагаемый подход не рассматривает корпоративный успех и благосостояние общества как отношения с нулевой выгодой. Такой вариант дает возможность компаниям выявлять последствия своей деятельности для общества как положительные, так и отрицательные; выяснять какими из них воспользоваться и применять эффективные способы выполнения проекта. С точки зрения бизнес-стратегии, корпоративно-общественная интеграция может стать источником небывалого социального прогресса, так как бизнес вкладывает огромные ресурсы, ноу-хау и аналитические данные в те виды деятельности, которые приносят пользу обществу.

Существующая рыночная модель не в состоянии разрешить явно назревшие противоречия. *Паритет ценностей* — основа инновационного развития, требует наличия сходящейся процедуры в примирении назревающих сегодня полюсов противостояния — факторов бизнеса и общества. *Разрешение противоречия* реально только на пути коэволюции системы инновационных совокупных ценностей и элементов, составляющих ее части.

Фактическое подтверждение данному тезису мы находим не только в завершенных преобразованиях, сколько в *«ходе эволюции»*. Здесь можно говорить о попытках объединения интеллектуальных усилий людей при формировании территориальных и отраслевых кластеров. При этом происходит синтез интерпретаций, сопряжение «внутренних» карт — ориентиров каждого из множества заинтересованных сторон и внешней «карты» (образа), задаваемой инновационными совокупными ценностями. Это сопряжение происходит в результате движения как действия к совокупным ценностям. Движущей силой социальных изменений является общество. Согласование труда по «картам» собственных ценностей заинтересованных сторон с ощущением необходимости «образа» совокупных ценностей — одно из проявлений системных свойств организации, обладающих огромной движущей силой инновационного развития экономики. Так, например, массовый героизм на фронте и совершаемые одновременно в разных местах трудовые подвиги при осуществлении амбициозных проектов — проявление этого свойства. Разумеется, время сейчас другое. Но проблемы у страны сложились не менее острыми. Только интеграция бизнеса и общества на принципах *совокупных ценностей может спасти Россию*, определить меру социального неравенства. Участие в создании совокупных ценностей по собственной инициативе, а не по принуждению, сопровождается ощущением гармо-

нии как чувства «совокупного дела». Именно концепция инновационных совокупных ценностей наиболее полно соответствует «переплавке» разрушительной энергии противостояния противоречий бизнеса и общества в «совокупное дело», которое так необходимо для решения задач прогресса российской экономики в работе представлено проектом освоения Арктической зоны РФ.

Усилия по созданию совокупных ценностей в контекстах конкурентности и устойчивого развития направлены не только на содействие экономическому и социальному росту, но также имеют цель изменить стереотипные представления друг о друге, которые имеют общество и бизнес. Общественным организациям, органам государственного управления и компаниям следует уйти от мышления категорией «корпоративной социальной ответственности» и начать мыслить категорией «институциональной оболочки» корпоративно-общественной интеграции в форме (структура, взаимозависимость и т. д.) создания совокупных ценностей. Решение социальных и экологических проблем посредством создания совокупных ценностей приведет к самостоятельным действиям, не будет зависеть от государственных субсидий и может *оказывать существенное влияние на благосостояние* и качество жизни общества.

Генетический процесс корпоративно-общественной интеграции имеет следующую форму: элементы хаоса → взаимодействия → порядок → организация [1]. Поскольку процессы корпоративно-общественной интеграции являются генетическими, поэтому они открывают возможность для возникновения новых организующих форм и потенциальной сложности за пределами социальной и экологической неравновесности, и нестабильности. Сложить отношения гармонии двух сфер: бизнеса и общества без создания новой порождающей ее (гармонию) силы — *хаоса* и новой организации существующей экономико-политической системы трудно и неверно. Под *хаосом* мы понимаем проявление протестной активности общества в разных формах (беспорядки, волнения, противостояния, противоположные течения, столкновения...), связанной с генетическим стремлением людей улучшить свойства и качества социальной действительности и окружающей природной среды. Устойчивое развитие отражает рефлексию бизнеса и власти на активное, постоянное, необходимое, угрожающее присутствие *Хаоса и Противоречия* между ценностями бизнеса и общества. Именно этот лик присутствует в обществе под видимой экономико-политической стабильностью и видимой гармонией сфер бизнеса и общества, нивелирующей сложную гамму их взаимоотношений друг с другом одновременно дополняющих и конкурентных, и антагонистических.

*Стабильность* необходима для преобразования и видоизменения хаоса в момент зарождения устойчивого развития, превращения протестных волнений в двигательную активность созидания и рождения инноваций. Стабильность является генетической формой взаимодействия бизнеса и общества, посредством которой устанавливаются границы *хаоса*, при переходе которых он (хаос) может принять разрушительный для общества характер. При завершении процесса генезиса *хаос* оказывается поставленным под контроль, заторможенным, вовлеченным в процессе корпоративно-общественной интеграции. Корпоративно-общественная интеграция — это новый институт, одновременно дест-

руктивный и креативный, расположенный между беспорядком и новой организацией экономико-политической системы. Наиболее устрашающая форма беспорядка в недрах организации, положительная обратная связь между обществом, бизнесом и властью становится необходимым ферментом для эволюционных сдвигов в социально-экономическом развитии и для исключения шоковой революции, направляющим и регулирующим рыночный обмен ценностями бизнеса и общества в экономико-политической системе.

**Экономическая модель совокупных ценностей.** Слишком долго бизнес и общество противостоят друг другу. Это отчасти происходит потому, как *классические экономисты* считают правильной идею о том, что для обеспечения социальных благ компании должны умерить свой экономический успех, т. е. рост прибыли. В *неоклассическом мышлении* потребности в социальном усовершенствовании, такие как безопасность или предоставление рабочих мест инвалидам и др. — накладывают ограничения на корпорации. Экономическая теория утверждает, что, добавляя ограничения фирме, которая уже максимизировала прибыль, неизбежно увеличиваются расходы и уменьшается соответственно эта прибыль.

Но подобное понятие связано с влиянием внешних факторов. Внешние факторы возникают, когда компании берут на себя социальные расходы, которые они не должны нести по определению, например, загрязнение окружающей среды. Таким образом, общество должно вводить налоги, правила и штрафы с тем, чтобы фирмы сделали эти внешние факторы «внутренними». Таково мнение, влияющее на многие государственные политические решения. Эта перспектива также определяла стратегии самих фирм, которые в значительной степени исключали социальные и экологические проблемы из своего экономического мышления. Компании заняли широкий контекст, где они занимаются бизнесом, как таковым, и сопротивляются регулирующим нормативам, которые неизменно противоречат их деловым интересам. Решение социальных проблем было предоставлено правительству и неправительственным организациям. Появились программы корпоративной социальной ответственности (КСО) — как реакция на внешнее давление, чтобы во многом улучшить репутацию фирм (бизнес понимает, что репутация тоже капитал), и они рассматриваются в качестве необходимого средства. Все остальное считается многими как безответственное использование денег акционеров.

В отличие от КСО, модель «институциональной оболочки» корпоративно-общественной интеграции в *концепции совокупных ценностей* признает, что социальные потребности, а не только обычные экономические потребности, определяют рынки. Она также признает, что нерешенные социальные и экологические проблемы часто вызывают внутренние издержки для фирм, также как трата впустую энергии и сырья, дорогостоящие несчастные случаи, а также необходимость корректирующего обучения персонала, чтобы компенсировать недостатки в образовании. Однако устранение социальных проблем не обязательно увеличивает расходы фирм, потому что они могут внедрять инновации путем использования новых технологий, методов работы и подходов к управлению, и, как следствие, повысить производительность и расширить свои рынки.

И тогда совокупные ценности — это не личные ценности. И речь при этом не идет о разделе ценностей уже созданных фирмой, это не подход перераспределения прибыли. Наоборот, имеется в виду возможность расширения совокупного поля экономической и социальной ценности. Перспективы совокупных ценностей направлены на реализацию инвестиционных проектов, улучшение технологии выращивания и укрепления региональных кластеров, поддержку заинтересованных сторон, поставщиков и других участников в целях повышения эффективности малого и среднего бизнеса, продуктивности лесов, качества продукции, конкурентоспособности и устойчивости. Это приводит к бóльшим доходам и прибыли, что приносит пользу как малому лесному бизнесу, так и компаниям, которые покупают сырье у него [2, с. 26].

**Основа совокупных ценностей.** На базовом уровне конкурентоспособность компании и благополучие общества вокруг нее в районе присутствия тесно переплетены. Бизнес нуждается в успешном сообществе не только для создания спроса на свою продукцию, но и для получения важнейших государственных активов и благоприятной окружающей среды. Сообщество нуждается в успешном бизнесе, чтобы обеспечить рабочие места, качество жизни и создать возможности для богатства своих граждан. Это означает, что влияние государственной политики, которая подрывает производительность и конкурентоспособность предприятий, обречена на провал, особенно в условиях глобальной экономики, когда объекты и рабочие места могут легко перемещаться в другое место. Неправительственные организации (НПО) и правительства не всегда приветствуют эту связь. Нетрудно видеть, что вопрос о роли социальной ответственности бизнеса является сложным, емким и небесспорным. Действительно, современные условия хозяйствования характеризуются глобализацией мировой экономики, социальной ориентацией государства [3, с. 24]. При классическом, узком взгляде на рыночные отношения, бизнес вносит свой вклад в общество, получая прибыль, которая предоставляет занятость, заработную плату, закупки, инвестиции и налоги. Ведение бизнеса классическим способом достаточно полезная социальная выгода. Фирма является в значительной степени автономным субъектом, и социальные или общественные вопросы выходят по существу за ее рамки. Милтон Фридман доказывает этот довод, подвергая критике понятие корпоративной социальной ответственности (КСО или Corporate Social Responsibility, CSR) [4, с. 7].

**Понятие «совокупные ценности».** Становление экономической науки, по мнению видного польского экономиста Г. Колодко зависит от формулировки целей хозяйствования [5, с. 213]. Нет экономики без ценностей. Ценности — это человеческие (индивидуальные, семейные, групповые, социальные, национальные, цивилизационные) идеалы, чаяния и устремления. Они через систему мотиваций оказывают влияние на принимаемые решения [5, с. 213].

Система ценностей интенсивно изменяется во времени и пространстве (например, из-за перехода от модели централизованного планирования к рыночному хозяйству в России и странах Центральной и Восточной Европы после 1989 г. система ценностей изменилась).

*Концепция совокупной ценности может быть определена как стратегия управления и инструмент устойчивого развития, направленные на повышение*

конкурентоспособности компании на основе гармонизации экономических и социальных условий в обществе, в котором компания осуществляет свою деятельность. Создание совокупных ценностей фокусируется на выявлении и расширении связей между общественным и экономическим прогрессом. Концепция опирается на предпосылку, что и экономический и социальный прогресс достигаются с использованием *принципов ценности*. Здесь ценность определяется как преимущество по отношению к расходам, а не только прибыль сама по себе. Создание ценности является идеей, которая давно признана в бизнесе, где прибыль — это доход, полученный от клиентов за вычетом понесенных затрат. Тем не менее коммерческие предприятия подходят к социальным вопросам с точки зрения ценности, но относятся к ним как периферийным. Это скрывает связи между экономическими и социальными проблемами.

В социальной среде мышление в ценностном выражении встречается редко. Общественные организации и государственные учреждения успех рассматривают исключительно с точки зрения достигнутых преимуществ или израсходованных средств. Как только правительственные и неправительственные организации начинают мыслить в ценностной категории, их заинтересованность в сотрудничестве с бизнесом неизбежно возрастает. Это видение перспективы пронизывает управленческое мышление в западных странах в течение последних двух десятилетий. Фирмы ориентировались на заманивание потребителей, заставляя их покупать все больше своей продукции.

Сталкиваясь с растущей конкуренцией и краткосрочным давлением акционеров по производительности (росту) фирмы, менеджеры прибегают к волнам реструктуризации, сокращения сотрудников, переезду в более дешевые регионы, одновременно оперируя балансовыми отчетами, чтобы вернуть капитал для инвесторов.

Результатом зачастую были *коммодитизация*<sup>3</sup>, ценовая конкуренция, имеющие мало отношения к реальным инновациям, медленный органический рост (за счет своих собственных ресурсов), и непонятное конкурентное преимущество (демонстрируя, что потребители предпочитают ее продукцию любой другой).

В условиях такой конкуренции местные сообщества, в которых работают компании, видели мало пользы, даже по мере роста прибыли. Более того, они считали, что прибыль извлекается за их счет. Это мнение стало еще сильнее в нынешней экономической действительности, когда при увеличении прибыли мало что делается для компенсации уровня безработицы, спада малого бизнеса и утяжеления нагрузки на коммунальные услуги.

Сокращение временны  
мышления о соответствующих социальных инвестициях. Будучи вертикально интегрированной, фирма стала все более полагаться на внешних поставщиков, аутсорсинг и офшоринг, ослабила связи с общественностью. Эти преобразования, связанные с глобализацией стимулировали значительный прогресс в экономической эффективности.

---

<sup>3</sup> Коммодитизация — «обезличивание» значимых для потребителей различий между продуктами какой-либо категории.



Однако что-то значительно более важное исчезло в этом процессе, так как были упущены базовые возможности для создания совокупной ценности. Сфера стратегического мышления сузилась. Стратегическая теория гласит, для того, чтобы быть успешной, компания должна создать особое предложение совокупной ценности, которое отвечало бы потребностям выбранного ряда клиентов. Фирма получает конкурентные преимущества от того, как она выстраивает цепочку ценностей или комплекс мероприятий, связанных с их созданием, производством, продажей, доставкой и поддержкой своих продуктов или услуг.

В течение многих десятилетий бизнесмены изучали размещение и лучшие способы организации и интеграции своей деятельности. При этом компании забывают о возможностях ответить на основополагающие потребности общества и не понимают то, как социальные издержки и слабые стороны их деятельности влияют на цепочку ценностей. Просто угол мышления был слишком узким.

В понимании бизнес-среды, менеджеры сосредотачивали свое внимание на проблемах отрасли или конкретного бизнеса, в котором фирма конкурирует. Это связано с тем, что структура отрасли имеет решающее влияние на прибыльность фирмы. То, что упускалось — это глубокий эффект, который может иметь место в процессе производства и инноваций. Компаниям не удавалось понять значение более широкой бизнес-среды, окружающей их основную деятельность.

**Последующая эволюция существующего способа производства.** Теория совокупной ценности дает ключ к раскрытию очередной волны бизнес-инноваций и роста. Она также позволяет воссоединить успех компании и успешность сообщества способами, которые были утрачены во времена узких подходов к управлению, краткосрочного мышления и углубления разделительных границ между институтами общества.

Теория совокупной ценности фокусирует компании на правильной прибыли — доходах, которые скорее создают общественные выгоды, а не уменьшают их. Рынки капитала будут, несомненно, продолжать оказывать давление на компании, чтобы генерировать краткосрочную прибыль, а некоторые компании, безусловно, продолжают пожирать прибыль за счет не удовлетворения социальных потребностей общества. Но эта прибыль часто оказывается недолговременной, и гораздо большие возможности будут упущены. Пришло время для расширенного рассмотрения создания ценности. Целый ряд факторов, таких как рост общественного сознания работников и граждан и увеличение дефицита природных ресурсов, будут стимулировать невиданные возможности для создания совокупных ценностей. Нужна более сложная разновидность существующего общества, имеющая социальное назначение, но цель должна возникать *не из филантропии (благотворительности), а из глубокого понимания конкуренции и создания совокупной ценности*. Такая последующая эволюция рыночной модели признает новые, лучшие средства для разработки продуктов, обслуживания рынков и создания продуктивных предприятий. Теория создания совокупных ценностей представляет более широкое видение невидимой руки по Адаму Смиту. Она раскрывает двери заводов для более широкого набора воздействий. *Это не филантропия*, а деятельность в личных интересах, которая создавая экономическую ценность, создает и общественную значимость. Если

бы все компании по отдельности стали заниматься созданием совокупной ценности, связанной с их конкретным предприятием, интересы общества в целом были бы в значительной степени удовлетворены. А компании при этом будут обретать легитимность в глазах сообществ, в которых они действуют, что позволило бы демократии работать, а органом власти принимать такую политику, которая поддерживает и поощряет бизнес. Разумеется, по-прежнему выживать будут наиболее приспособленные к изменениям, но конкуренция на рынке будет приносить пользу обществу, что было утрачено.

**Совершенствование образовательных программ.** Теория создания совокупных ценностей представляет собой новый подход к управлению, затрагивающий многие дисциплины. Из-за сложившегося традиционного противоречия между экономическими интересами и социальными, люди в государственных и частных сферах часто следуют разными образовательными и карьерными путями. В результате у отдельных менеджеров есть понимание социальных и экологических проблем, необходимое для выхода за пределы нынешних КСО подходов. Однако в России лидеры социального сектора не проходили управленческий тренинг и не имеют предпринимательского менталитета, необходимого для проектирования и реализации инновационной модели создания совокупных ценностей. Большинство школ бизнеса все еще учат узкому взгляду на рыночные отношения, хотя все больше выпускников готовы для большей целеустремленности и все большее их число тянется к социальному предпринимательству. *Результатом является упущение возможностей, общественный цинизм и социальная напряженность.*

Программы бизнес-школ нужно будет расширить в ряде областей. *Например, эффективное использование всех форм ресурсов и управление ими будут определять мышление следующего поколения по цепочкам создания ценностей.* Покупательское поведение и маркетинговые ходы вынуждены выйти за рамки сложившегося убеждения, создание спроса потребует изучения более глубоких потребностей человека, а также обслуживания нетрадиционных групп потребителей.

Согласно модели С. Задека, можно выделить пять стадий организационного обучения модели «ИО» КОИ в концепции совокупных ценностей: оборонительную, следования правилам, управленческую, стратегическую и гражданскую. Каждой стадии соответствует, в том числе, выделение и распределение полномочий по управлению корпоративно-общественной интеграцией между подразделениями. Начиная с «управленческой» стадии, в разработку и исполнение соответствующих управленческих рутин «ответственного бизнеса» последовательно вовлекаются основные функциональные подразделения.

«Стратегической» и «гражданской» стадиям соответствует ведущая роль специализированных департаментов компаний по «ИО» КОИ, координирующих реализацию корпоративно-общественной интеграции в рамках единой корпоративной стратегии [7, с. 213].

Кластеры, и более широкое географическое влияние на производительность и инновации компаний будут формировать новое ядро дисциплин в бизнес-школах; экономическое развитие больше не будет оставаться лишь в сфере государственной политики и экономических факультетов университетов.

Курсы бизнеса и управления будут изучать экономическое воздействие социальных факторов на предприятия, выходя за рамки последствий регулирования и макроэкономики. *И финансы нужно будет переосмыслить: как рынки капитала могут на деле поддерживать не только выгоды участников финансового рынка, но и создание истинных совокупных ценностей компании — их фундаментальное назначение.*

Нет ничего сложного в концепции создания совокупной ценности. Предлагаемые изменения учебных программ в школах бизнеса — это не качественные изменения, они не отходят от создания экономической ценности (стоимости). Наоборот, они представляют собой следующий этап в нашем понимании рынков, конкуренции и проектного управления бизнесом. *Не все социальные проблемы можно решить с помощью создания совокупных ценностей, но движение в этом направлении необходимо.* Совокупная ценность позволяет корпорациям использовать свои навыки, ресурсы и возможности проектного управления для того, чтобы направить социальный прогресс так, что даже правительственные организации и организации социальной сферы с самыми лучшими побуждениями редко могут справиться. *В этом процессе предприятия смогут заработать уважение общества, что так важно для России.* Отмеченное, в свою очередь, позволит существенно повысить стоимость российских компаний и благоприятно скажется на инвестиционном климате России.

Стратегию развития Арктической зоны Российской Федерации (2013), утвержденную Президентом России Владимиром Путиным возможно эффективно реализовать на условиях формирования института корпоративно-общественной интеграции в концепции совокупных ценностей, разработанной в Республике Коми. Коми республика еще в советские времена стала символом индустриального продвижения нашей страны в Заполярье, что представляется закономерным. **Республике Коми дан шанс.**

#### Библиографический список

1. Морен, Э. Метод. Природы [Текст] / Э. Морен. — Москва : Прогресс-традиция, 2005. — 464 с.
2. Большаков, Н. М. Создание совокупных ценностей как сущность корпоративно-общественной интеграции [Текст] / Н. М. Большаков, И. И. Иваницкая // Альманах современной науки образования. — 2017. — № 2 (116). — С. 22—28.
3. Татаркин, А. Формирование постиндустриального социального государства: вектор развития человеческого потенциала [Текст] / А. Татаркин, Е. Андреева // Проблемы теории и практики управления. — 2014. — № 7. — С. 24—31.
4. Friedman, M. The Social Responsibility of Business Is to Increase Its Profits [Text] / M. Friedman // New York Times Magazine. — 1970. — September 13. — P. 4—9.
5. Колодко, Г. В. Куда идет мир: политическая экономия будущего [Текст] / Г. В. Колодко. — Москва : Магистр, 2014. — 544 с.
6. Porter, M. The Competitive Advantage of Nations [Text] / M. Porter. — New York : The Free press, 1990. — 855 p.
7. Zadek, S. The path to Corporate Responsibility [Text] / S. Zadek // Harvard Business Review. — 2004. — December. — P. 55—62.

Опираясь на исследование мотивации студентов к здоровому образу жизни, в Сыктывкарском лесном институте для повышения интереса к физической культуре были внедрены занятия с выбором видов спорта

**Ключевые слова:** физическая культура, выбор видов двигательной активности, студенты.

**Ю. В. Бурцева,**  
старший преподаватель кафедры ГиСД  
(Сыктывкарский лесной институт)

**Е. В. Зеновский,**  
кандидат педагогических наук,  
доцент кафедры ТиМБОФК  
(Сыктывкарский государственный  
университет им. Питирима Сорокина)

## **ВНЕДРЕНИЕ ЗАНЯТИЙ ФИЗИЧЕСКОЙ КУЛЬТУРОЙ ПО ВЫБОРУ ВИДОВ СПОРТА В СЫКТЫВКАРСКОМ ЛЕСНОМ ИНСТИТУТЕ В 2016/17 УЧЕБНОМ ГОДУ**

Физическая культура играет значительную роль в учебной деятельности бакалавра и специалиста, так как их работа, как правило, связана со значительным напряжением внимания, зрения, интенсивной интеллектуальной деятельностью и малой подвижностью [3].

Занятия физической культурой — это, прежде всего, профилактика различных заболеваний и в первую очередь гипертонии и ишемической болезни сердца. Эти болезни, часто наблюдаемы у специалистов технического профиля, требуют длительного лечения. Но, увы, оно не всегда ведет к выздоровлению. Значительно большей эффект дает их профилактика [1].

Существует точка зрения, в соответствии с которой, отсутствие должного уровня развития спорта и пропаганды физической культуры порождает всё большее распространения таких «болезней общества» как никотиновая зависимость, алкоголизм, наркомания. Высказываются также мнения о прямой зависимости демографической, а значит экономической ситуации в стране от уровня физической культуры населения [2].

Для того чтобы сознательно прийти к выводу о ценности физической культуры и спорта, молодой человек должен понять ее роль в своей жизни. И очень хорошо, если он поймет это не совсем поздно, для того, чтобы начать вести здоровый образ жизни.

В побуждении студентов к занятиям физической культурой и спортом важны интересы. Они отображают избирательное отношение человека к объекту, обладающему значимостью и эмоциональной привлекательностью. Чем выше этот уровень, тем большую роль играет объективная значимость. В интересе отображаются потребности человека и средства их удовлетворения.

Опираясь на проведенные исследования мотивации к ведению здорового образа жизни студентов СЛИ 2014 г. [4], можно сделать вывод, что для формирования потребности студентов в занятиях физической культурой необходим переход от общей обязательной нормативной формы организации занятий к индивидуальной, с выбором видов и средств физической подготовки студентов по их интересам.

Занятия в элективном курсе «физической культурой» вуза предусматривают самостоятельный выбор вида спорта или системы физических упражнений (например, атлетической гимнастики, восточных единоборств, йога и т. д.) из числа предлагаемых кафедрой физического воспитания для занятий. Ориентация студентов к постепенному переходу от обязательных регламентированных занятий по «физической культуре» к индивидуальным самостоятельным занятиям является одной из важных задач учебного процесса по этой дисциплине [6].

Для занятия спортом с целью оздоровительной или активного отдыха, как считают ученые-психологи и педагоги, следует ориентироваться не только на интерес к тому или иному виду спорта, но и на черты своего характера. Так, если человек легко отвлекается от работы и снова быстро в нее включается, общителен, эмоционален, то ему лучше всего остановить свой выбор на игровых видах спорта или единоборствах; если же усидчив, склонен к однородной деятельности без постоянного переключения внимания, способен длительное время выполнять тяжелую физическую работу, то ему подойдут занятия бегом, лыжным спортом, плаванием; а если замкнут, необщителен, неуверен в себе или чрезмерно чувствителен к мнению окружающих, то ему не стоит заниматься в организованных группах. Индивидуальные занятия различными системами физических упражнений без отвлекающих факторов помогут испытать положительные эмоции, принесут физическое и моральное удовлетворение [7].

Выявляя основные причины пропусков занятий по «физической культуре», было установлено, что 44 % студентов пропускают занятия из-за отсутствия интереса, 38 % — отсутствия условий для занятий (душ, инвентарь и т. д.), 24 % — высоких нагрузок. Повышение интереса к занятиям по физической культуре является основой мотивации к занятиям [5].

В 2015/16 учебном году было проведено исследование отношения студентов Сыктывкарского лесного института к занятиям по физической культуре с выбором видов спорта и средств физической подготовки по интересам методом анкетирования. В опросе участвовало 294 студента 1—3 курсов.

Студенты Сыктывкарского лесного института положительно относятся к введению занятий по физической культуре с выбором видов спорта, более 90 % опрошенных желают перейти на специализацию.

В результате исследования выяснилось, что приоритетными у студентов института являются такие виды двигательной активности как волейбол, плавание, фитнес, настольный теннис и баскетбол. Рассмотрев гендерные отличия, можно отметить, что юноши остановили свой выбор в основном на игровых видах спорта с высокой двигательной активностью (футбол, волейбол, баскетбол), девушки — на фитнесе с высокой эмоциональной составляющей.

В результате исследования был сделан вывод о целесообразности постепенного перехода от общих действительных занятий по «физической культуре» к индивидуальным с выбором видов спорта, что является основой для повышения интереса к занятиям.

Для повышения интереса к занятиям, с начала 2016/17 учебного года были внесены изменения в учебный процесс по дисциплине «Элективные курсы по физической культуре и спорту» для студентов третьих курсов. С сентября занятия ведутся по выбранным видам двигательной активности. Студентам было предложено заниматься следующими видами спорта: юношам — волейбол, футбол, баскетбол, плавание, лыжные гонки; девушкам — фитнес, волейбол, плавание, лыжные гонки. Данные виды двигательной активности были выбраны исходя из двух причин: во-первых, учитывались приоритеты студентов, во-вторых, возможности спортивной базы института.

Приоритетным направлением вузовского физического воспитания становится формирование личной физической культуры студента, что связано с возросшей гуманизацией общества.

Высшее образование, по сравнению со школой, предоставляет больше свободы, но не каждый студент может ею воспользоваться.

Разнообразие направлений учебных занятий физической культурой дает возможность выбора средств физической культурой соответствующих индивидуальным физиологическим и психологическим особенностям студента.

#### **Библиографический список**

1. Амосов, Н. М. Раздумья о здоровье [Текст] / Н. М. Амосов. — Москва : ФиС, 2007.
2. Анализ влияния физической культуры на умственную работоспособность студентов [Текст] / И. В. Чернышёва, М. В. Шлемова, Е. В. Егорычева, С. В. Мусина // Современные исследования социальных проблем. — 2011. — № 1. — С. 74—77.
3. Зеновский, Е. В. Исследование мнений студентов технического вуза о здоровом образе жизни [Текст] / Е. В. Зеновский, Ю. В. Бурцева // Оптимизация учебно-тренировочного процесса : материалы конф. — Нижний Новгород, 2015. — С. 96—99.
4. Маркова, В. М. Здоровый образ жизни студентов [Текст] / В. М. Макарова. — Москва : Академия, 1998. — 288 с.
5. Смелкова Е. В. Основы мотивации к занятиям физической культурой у студентов [Текст] / Е. В. Смелкова // Теория и практика ФКиС в условиях модернизации образования : материалы Всеросс. науч.-практ. конф. — Ижевск, 2009. — С. 231—232.
6. Теория и методика физической культуры [Текст] : учебник / под ред. Ю. Ф. Курамшина. — Москва : Советский спорт, 2004. — 464 с.
7. Физическая культура студента [Текст] : учебник для вузов / под ред. В. И. Ильинича. — Москва : Гардарики, 2000. — 448 с.

На примере имени личности рассмотрен механизм законодательного обеспечения мер правовой защиты.

**Ключевые слова:** самозащита, правовая защита, имя личности.

**Е. Е. Леканова,**  
магистрант первого курса  
юридического факультета  
(Ярославский государственный  
университет им. П. Г. Демидова)  
**Е. В. Хохлова,**  
кандидат психологических наук  
(Сыктывкарский лесной институт)

## САМОЗАЩИТА И МЕРЫ ЗАЩИТЫ ЛИЧНОСТИ (НА ПРИМЕРЕ ИМЕНИ ЛИЧНОСТИ)

Для того чтобы рассмотреть особенности правовой защиты имени, необходимо в начале обратиться к особенностям правовой защиты личности ввиду того, что анализ общих дефиниций, принципов, мер, способов и механизмов способствует более эффективному переходу к специальным, более конкретным проявлениям правовой защиты, в нашем случае — к правовой защите имени личности.

Под правовой защитой следует понимать совокупность преимущественно охранительных норм права, направленных на восстановление прав, реализацию субъективных прав участников в случае их нарушения или ограничения, осуществление комплекса мер, направленных на устранение обстоятельств, препятствующих осуществлению прав, а также деятельность государственных органов и их должностных лиц, по реализации указанных норм права [1].

1. Дефиниция правовой защиты не должна состоять из двух самостоятельных определений, рассматриваемых как «равноуровневые», а также нельзя в данном определении отдельно от деятельности государственных органов и их должностных лиц выделять совокупность норм права как родовой признак защиты права.

Во-первых, нормы права указывают на то, как должно быть, однако без субъектов их исполнения не возможна их фактическая реализация.

Во-вторых, вызывает сомнение «направленность норм». На наш взгляд, действия должностных лиц органов правосудия и предварительного расследования *направлены* на восстановление прав, реализацию субъективных прав участников в случае их нарушения или ограничения, осуществление комплекса мер, направленных на устранение обстоятельств, препятствующих осуществлению прав, а нормы, в свою очередь, *регулируют* осуществление данных действий и мер.

Содержание правовой защиты образуют меры, методы, формы и субъекты.

2. Правовая защита осуществляется не только процессуальными мерами, но и мерами, признаваемыми легитимными с точки зрения уголовного закона.

Во-первых, в соответствии с ч. 1 ст. 45 Конституции РФ каждый вправе защищать свои права и свободы всеми способами, не запрещенными законом.

Во-вторых, к процессуальным относятся право на судебную защиту, право на возмещение причиненного государством вреда, право на обжалование судебных решений, право на квалифицированную юридическую помощь и др. Способы, признаваемые легитимными с точки зрения уголовного закона, являются необходимая оборона и крайняя необходимость.

В-третьих, в отличие от гражданско-правовой защиты мерой уголовно-правовой защиты выступает возможность обращения в органы полиции, а также возможность бесплатно пользоваться услугами защитника. Кроме права обжаловать судебные решения в апелляционном, кассационном и надзорном порядке, участники уголовного судопроизводства имеют право подать жалобу на незаконные действия органов предварительного расследования.

3. Кроме мер правовой защиты выделяют методы — способы устранения нарушения прав, восстановления самих прав, компенсации ущемления прав.

В зависимости от источника ущемления прав выделяют методы защиты прав лиц, потерпевших от преступления, и методы защиты личности от незаконного и необоснованного обвинения, осуждения, ограничения прав и свобод. К первой группе методов можно отнести уголовное преследование и назначение виновным наказания, а ко второй — отказ от уголовного преследования невиновных, освобождение их от наказания, реабилитация лиц, подвергшихся необоснованно уголовному преследованию.

4. Защита права может осуществляться не только должностными лицами органов правосудия и предварительного расследования.

Во-первых, Конституция России в качестве форм защиты прав и свобод человека предусматривает:

- а) государственную защиту (ст. 2, ч. 1 ст. 45, ч. 2 ст. 61);
- б) защиту прав и свобод органами местного самоуправления (ст. 130);
- в) защиту прав и свобод общественными объединениями и профессиональными союзами, правозащитными организациями (ч. 1 ст. 30, ч. 2 ст. 45, ч. 1 ст. 48);
- г) самозащиту прав гражданина, включающую:
  - гражданско-правовую и уголовно-правовую защиту (ч. 2 ст. 45, ст. 52 и др.);
  - публичные выступления граждан (ст. 31);
  - обращения в СМИ (ст. 29);
- д) международно-правовую защиту (ч. 3 ст. 46) [2].

Во-вторых, ст. 37 УК РФ обращает внимание на то, что защита прав (например, право на жизнь и здоровье) может защищаться третьими лицами. Так, в состоянии необходимой обороны осуществляется защита личности и прав обороняющегося или *других лиц*.

В-третьих, уголовно-процессуальное законодательство обеспечивает подозреваемому и обвиняемому право на защиту, которое они могут осуществ-



лять лично либо с помощью защитника и (или) *законного представителя*. Так выявляется еще один субъект защиты прав.

5. Для законодателя самозащита в уголовно-правовой сфере является наименее предпочтительной формой правовой защиты.

Для судебной самозащиты необходимо отказаться от защитника, что возможно не во всех случаях, а также если лицо и имеет право отказаться от защитника, то следователь и дознаватель вправе его не принять.

Еще одной яркой формой самозащиты является необходимая самооборона, представляющая собой обстоятельство причинения вреда посягающему с целью защиты личности обороняющегося и его прав от общественно опасного посягательства. Ключевым фактором правомерного причинения вреда является *цель*, а именно пресечение общественно опасного посягательства.

6. Важным является также вопрос о соотношении дефиниций «защиты» и «охраны» прав и свобод человека и гражданина.

Охрана права — это совокупность охранительных и регулятивных норм права, регламентирующих предотвращение потенциальных и устранение имеющихся нарушений прав, свобод и интересов субъектов правоотношений, а также деятельность государственных органов и их должностных лиц, направленная на реализацию указанных норм права, осуществление комплекса мер, направленных на создание условий по реализации субъективных прав участников уголовного судопроизводства и восстановление этих прав в случае нарушения [1].

Законодатель, как в уголовном, так и в уголовно-процессуальном законах, небрежно употребляет дефиниций «защиты» и «охраны» прав и свобод человека и гражданина.

Во-первых, в ст. 2 УК РФ одной из задач уголовного закона названа охрана прав и свобод человека и гражданина, а также отдельно выделена задача предупреждения преступлений, которая является ее составляющей. С одной стороны, «подчеркнуть» предупредительную задачу нужно, но с другой стороны, возводить на один уровень целое и часть нельзя, для этого можно воспользоваться конструкцией «в том числе».

Во-вторых, уголовно-процессуальном законе назван принцип охраны прав и свобод человека и гражданина. Согласно ч. 4 ст. 11 УПК РФ вред, причиненный лицу *в результате нарушения* его прав и свобод судом, а также должностными лицами, осуществляющими уголовное преследование, подлежит возмещению. Однако в данном случае речь идет о правовой защите, а не о правовой охране. В то же время данной неточности нет в гражданском законодательстве, которое в ст. 12 ГК РФ называет возмещение убытков и компенсацию морального вреда способом *защиты* гражданских прав.

Таким образом, **правовая защита** представляет собой деятельность лица, чьи права нарушены, его законных представителей, третьих лиц в состоянии необходимой обороны или крайней необходимости, должностных лиц, осуществляющих правосудие и предварительное расследование по реализации охранительных норм права, регулирующих восстановление прав, реализацию субъективных прав участников в случае их нарушения или ограничения, осуществ-

ление комплекса мер, направленных на устранение обстоятельств, препятствующих осуществлению прав.

Содержание правовой защиты в уголовно-правовой сфере характеризуют объекты, меры, методы, формы и субъекты, которые преимущественно устанавливаются уголовно- процессуальным законодательством. Одной из форм правовой защиты является *самозащита прав*. Она может осуществляться в процессуальной форме (при отказе от защитника), либо в форме, признаваемой уголовным законом (самооборона, крайняя необходимость).

Охрана права есть тогда, когда нет нарушения права, а защита должна наступать тогда, когда есть правонарушение. В связи с этим, необходимо провести четкое разграничение в Уголовно-процессуальном и Уголовном Кодексах данных понятий, а также структурировать и размесить в отдельных статьях меры и формы уголовно-правовой защиты.

Правовая защита направлена на восстановление нарушенных прав и законных интересов. Любое субъективное право включает в себя правомочие на защиту, то есть возможность прибегнуть к защите своих интересов в государственных и негосударственных организациях в случае неисполнения обязанности другой стороной правоотношения [3].

Правовая защита включает в себя, помимо реализации юридической ответственности, правовую самозащиту, а также превентивные, пресекательные, правообеспечительные, правовосстановительные и компенсационные меры.

Юридическая ответственность, будучи неблагоприятным последствием для правонарушителя, всегда выступает и в качестве меры защиты прав и интересов потерпевшего. Выделяя в числе мер государственного принуждения юридическую ответственность и меры защиты, С.С. Алексеев исходил из того, что последние применяются в случае совершения объективно противоправных действий; но когда вина лица отсутствует, эти меры являются мерами восстановления [4]. Стоит однако оговорить, что при рассмотрении мер защиты мы относим к ним не только меры восстановления, но и превентивные, пресекательные, правовосстановительные и компенсационные меры.

Даже при смене имени человек сохраняет связь со своим *изначальным именем*, в том числе и правовую. Как правило, это проявляется в наличии различных документов, договоров, дипломов об образовании, оформленных на прошлое имя. Также при смене имени, фамилии человек не утрачивает родственные связи. В соответствии со ст. 62 ФЗ «Об актах гражданского состояния» для подтверждения изначального имени органами ЗАГС выдается свидетельство о перемене имени.

Меры защиты *нового имени* состоят из **превентивных и правообеспечительных мер**. Превентивные меры — это разновидности юридической деятельности, связанные с использованием государственного или иного принуждения с целью недопущения (предупреждения) нарушений юридических предписаний, существующих прав, законных интересов и обязанностей людей, их коллективов и организаций, конкретных правоотношений и правопорядка в целом [5]. Под пресекательными мерами («мерами пресечения») понимаются определенные виды деятельности, направленные на реализацию государственного

и иного принуждения с целью прекращения противоправных деяний или предупреждения их вредных последствий. Они бывают самые разнообразные: публично- и частноправовые, уголовно-процессуальные и административные, семейно-правовые и др. [5].

Во-первых, каждому гарантируется защита его персональных данных (в том числе фамилии, имени, отчества человека), собирание или распространение которых представляют собой нарушение неприкосновенности частной жизни, запрещенное ст. 137 УК РФ.

Во-вторых, одним из средств самозащиты является тайна усыновления, обеспечение которой по просьбе усыновителя ребенку присваивается фамилия усыновителя и указанные им имя и отчество. Согласно п. 1 ст. 139 СК РФ судьи, вынесшие решение об усыновлении ребенка, или должностные лица, осуществившие государственную регистрацию усыновления, а также лица, иным образом осведомленные об усыновлении, обязаны сохранять тайну усыновления ребенка. Тайна усыновления находится под охраной ст. 155 УК РФ.

В-третьих, стоит обратить внимание также на защиту участников уголовного судопроизводства, мерой безопасности которой является замена документов, удостоверяющих личность, с изменением фамилии, имени и отчества. Согласно ч. 5 ст. 10 ФЗ «О государственной защите потерпевших, свидетелей и иных участников уголовного судопроизводства» переселение на другое место жительства, замена документов и изменение внешности защищаемого лица производятся только в случаях, если безопасность указанного лица не может быть обеспечена путем применения в отношении его других мер безопасности. В соответствии со ст. 11 ФЗ «О государственной защите судей, должностных лиц правоохранительных и контролирующих органов» подобная мера безопасности может применяться также для обеспечения защиты судей, должностных лиц правоохранительных и контролирующих органов. Разглашение сведений о мерах безопасности, применяемых в отношении судьи и участников уголовного процесса влечет за собой уголовную ответственность по ст. 311 УК РФ. Однако правовая защита имени в данном случае, по мнению Л.В. Лобановой имеет обратную сторону медали: «Вопрос о пределах анонимности свидетелей и потерпевших действительно потребует тщательного обдумывания того, каким образом можно защитить безопасность участников процесса и их близких, не нарушая при этом право обвиняемого на защиту [6]».

В свою очередь, под **самозащитой** в общей теории права понимается комплекс мероприятий и действий как лица, так и группы лиц, направленных на охрану и защиту своих прав без помощи компетентных органов различными способами, установленными в законодательстве, либо, исходя из принципа «не запрещенное законом, дозволено» [7].

Самозащита обладает следующими признаками:

а) Неюрисдикционная форма защиты — форма защиты, которая охватывает действия граждан и организаций по защите гражданских прав и охраняемых законом интересов, совершаемых ими самостоятельно, без какого-либо обращения за помощью к государственным и иным компетентным органам [8];

б) Самозащита является правомерным деянием субъекта [9];

в) Обстановка самозащиты представляет собой обстановку, которая в данный момент не исключает возможность обращаться в уполномоченный орган за защитой, либо при которой лицо, право которого нарушено, выбирает более оперативные меры для быстрого реагирования [10];

г) Указанная деятельность либо предусмотрена нормативными правовыми актами, договорами, соглашениями и т.п., либо не урегулирована и не запрещена правом [5];

д) Решение об использовании средств и способов самозащиты лицо принимает самостоятельно;

е) Самозащита должна осуществляться в установленных законом рамках, с соблюдением ее пределов, а при нормативной регламентации порядка ее осуществления — и с соблюдением такого порядка [11].

Социально-юридическую природу права лица на самозащиту следует рассматривать в единстве двух составляющих:

1) вынужденность защиты (субъективный элемент права) означает, что действия защищающегося совершались под влиянием внешних факторов в отсутствие антисоциальной установки причинителя вреда;

2) социальная полезность (объективный элемент) заключается в том, что право на самозащиту не только не противоречит праву и правопорядку, а, напротив, обеспечивает их существование и развитие. Поскольку защита права и правопорядка входит в сферу компетенции не только государства, но и частных лиц, деятельность последних, предпринимаемая в интересах отдельной личности, общества или государства, является правомерной и социально полезной [12].

В уголовном праве институт самозащиты не отличается особым разнообразием мер.

Для некоторых отраслей возможна только универсальная судебная защита нарушенных прав; например, в уголовном праве (необходимая оборона — исключение) [4].

Самозащита *имени, нового или предыдущего*, осуществляется с помощью соответствующих приемов.

При крайней необходимости действия будут признаны правомерными в виду наличия обстоятельства, исключающего преступность деяния. При этом угрожающая опасность должна быть существенной (т.е. соответствовать уровню общественной опасности преступлений) и непосредственной (т.е. должна быть наличной и должна быть уже направлена на личность или права данного лица или иных лиц, на охраняемые законом интересы общества или государства) [13]. Так, один из родителей, чтобы защитить ребенка от опасного поведения второго супруга подделывает документы, удостоверяющие личность, и меняет место жительства.

Возвращаясь к вопросу об усыновлении, стоит также отметить, что даже сам ребенок с 10 лет может осуществлять самозащиту своего имени путем отказа дать согласие на смену имени при усыновлении.

Если обратиться к творческой сфере для самозащиты своего настоящего имени автор произведения может использовать псевдоним, то есть вымышленное имя (см.: ч. 1 ст. 1265 ГК). Вспомогательным (дальнейшим) средством за-

щиты конфиденциальности является установление уголовной ответственности за распространение сведений, составляющих личную тайну (см.: ст. 137 УК).

Меры правовой защиты *настоящего (изначального) имени* носят к **правовосстановительный, а** иногда и **компенсационный** характер.

Правовосстановительные меры (формы и т.п.) — это конкретные разновидности юридической деятельности (совокупность определенных правовых операций, средств, способов, результатов и т. п.), направленных на отмену юридических действий и принятых решений (актов), восстановление нарушенных прав, законных интересов и обязанностей людей, их коллективов и организаций [5]. Сущность компенсационных мер (они могут быть и принудительными, и добровольными, и добровольно-принудительными) заключается в том, что в данном случае самые разнообразные юридические действия, средства и способы (юридическая деятельность в целом) нацелены на возмещение физического, материального, морального и иного вреда, который причинен правонарушениями, объективно-противоправными деяниями, правомерными действиями (бездействием) и событиями отдельным людям, их коллективам и организациям, обществу и государству в целом.

Ярким примером правовосстановительных мер выступает защита неотчуждаемости права автора на имя — право использовать или разрешать использование произведения под своим именем путем установления запрета на присвоение авторства (плагиат) в ст. 146 УК РФ.

К восстановительным мерам относятся также возврат добрачной фамилии при разводе. При признании брака недействительным, например, в виду фиктивности, граничащей с мошенничеством, добросовестный супруг может оставить брачную фамилию, несмотря на то, что по общему правилу недействительный брак не порождает последствий. В данном случае мера носит *компенсационный* характер.

В качестве еще одного примера восстановительных мер можно также привести отмену мер безопасности в виде замены документов в отношении участников уголовного судопроизводства при устранении оснований, послуживших к их введению.

Таким образом, меры правовой защиты имени личности представляют собой средства правового принуждения, направленные на обеспечение прав, на предупреждение и пресечение правонарушений, на восстановление нарушенных прав и на компенсирование ущерба, причиненного нарушением прав.

#### **Библиографический список**

1. Базюк, М. Л. К вопросу о соотношении понятий «Охрана прав» и «Защита прав» человека и гражданина в уголовном судопроизводстве РФ [Текст] / М. Л. Базюк // Бизнес в законе. — 2008. — № 1. — С. 124—126.
2. Грудцына, Л. Ю. Правовая природа институтов защиты и охраны прав человека в России [Текст] / Л. Ю. Грудцына // Российская юстиция. — 2008. — № 2. — С. 59—64.
3. Карташов, В. Н. Теория правовой системы общества [Текст] : учеб. пособие. В 2 т. Т. I / В. Н. Карташов. — Ярославль, 2005. — 547 с.
4. Лушников, А. М. Теория государства и права [Текст] : краткий курс / А. М. Лушников Ярославль, 2009. — 204 с.

5. Карташов, В. Н. Теория правовой системы общества [Текст] : учеб. пособие. В 2 т. Т. II / В. Н. Карташов. — Ярославль, 2006. — 491 с.
6. Лобанова, Л. В. Преступления против правосудия: Проблемы классификации и посягательств, регламентации дифференциации ответственности [Текст]: дис. ... д-ра. юр. наук / Л. В. Лобанова. — Москва, 2003. — 305 с.
7. Сланская, Т. В. Самозащита в российском частном праве [Текст] / Т. В. Сланская // Вестник Саратовской государственной юридической академии. — 2014. — № 2 (97). — С. 136—138.
8. Лаевская, К вопросу о содержании самозащиты субъективных гражданских прав: проблемы теории и практики правового закрепления [Текст] / Е. В. Лаевская // Право и демократия. — 2013. — № 24. — С. 197—216.
9. Симонова, С. В. Самозащита права граждан на проведение публичных мероприятий: проблемы нормативного регулирования и юридической реализации [Текст] / С. В. Симонова, Д. О. Балашова // Юридическая наука и практика: Вестник Нижегородской академии МВД России. — 2015. — № 1 (29). — С. 323—332.
10. Иванова, А. А. Самозащита как юридический инструмент обеспечения безопасности [Текст] / А. А. Иванова // Юридическая наука и практика: Вестник Нижегородской академии МВД России. — 2014. — № 4 (28). — С. 29—34.
11. Уздимаева, Н. И. Правовая самозащита: современные подходы [Текст] / Н. И. Уздимаева // Право и политика. — 2015. — № 12 (192). — С. 1782—1791.
12. Сидоренко, Э. Л. Институт самозащиты личности в уголовном праве России [Текст] : монография / Э. Л. Сидоренко. — Москва, 2012. — С. 134.
13. Благов, Е. В. Уголовное право России. Общая часть [Текст] : учебник / Е. В. Благов ; отв. ред. Ю. В. Грачева. — Москва, 2013. — 288 с.

В статье приводятся данные, говорящие о традиционном восприятии семьи женщинами и мужчинами, их отношения к ролям отца и матери в семье.

**Ключевые слова:** семья, роль отца, роль матери.

**Н. Н. Мачурова,**  
кандидат психологических наук,  
доцент по социологии  
(Сыктывкарского лесного института)

## РОЛИ ОТЦА И МАТЕРИ В СЕМЬЕ

На протяжении всей жизни человека семья оказывает воздействие на все составляющие его жизнедеятельности. А. Н. Елизаров (1996) считал, что «в качестве ведущей деятельности семьи правомерно рассматривать деятельность по сохранению, преобразованию и передаче последующим поколениям определенных ценностей, которые на субъективном уровне выступают как ценностные ориентации семьи. Ценностные ориентации определяют цели порождения и пути воспитания детей в семье». Для ребенка семья является первичной социальной средой.

Ценность семьи в современном мире не является однозначной. В настоящее время происходит трансформация ролевых отношений в семье. Те семьи, где ответственность за семью как целое несет отец, М. Мид (2004) рассматривает как «нормальные», а семьи, где это правило не выполняется, считает аномальными.

По мнению Е. А. Гайдуковой (2011), к ролевым факторам, которые определяют поведение мужа и жены в семье можно отнести:

- 1) изменяющиеся взгляды социума на семейные роли мужчин и женщин [Дружинин, 2000; Целуйко, 2004];
- 2) стереотипы родительской семьи [Мишина, 1987];
- 3) совместимость ценностных представлений мужа и жены [Мачурова, 2010].

Во многих научных работах прослеживается идея снижения привлекательности традиционной семьи для значительной части населения. Средствами массовой информации навязываются установки изменения семейно-брачных отношений в России, а именно изменения ролевого взаимодействия и ролевого поведения в семье с навязыванием доминирования эгалитарной семьи, в которой все роли распределяются между мужем и женой поровну. А также формирования нового образа женщины: жесткой, авторитарной, наделенной властными полномочиями на работе. Общая система отношений в социуме затронула ценностно-нравственные ориентиры общественного сознания. Внебрачные и добрачные отношения очень широко распространились во всех слоях общества. И хотя официально зарегистрированный брак в системе семейных ценностей занимает значительное место, очень большая доля населения считает граждан-

ский брак (форму сожителства) вполне приемлемой формой отношений как для себя, так и для других. Но распространение гражданского брака сужает социальные функции семьи и уменьшает ее репродуктивные возможности, что создает дополнительные трудности для государства в целом.

В исследованиях Е. А. Гайдуковой (2011) показано, что молодые люди ориентированы на традиционные представления, а их родители ориентированы на смешанные представления о ролевых отношениях в семье.

М. С. Каган (1997) в своей работе «Философская теория ценности» анализирует различия иерархий ценностных ориентаций у мужчин и женщин. Основанием такого различия могут выступать «разделение труда» между полами: роль мужчины — обеспечивать связи системы (семьи и других социальных групп) со средой, «обмен веществ» с нею и адекватные реакции на происходящее в среде изменения; роль женщины — обеспечивать устойчивое существование системы, ее внутреннюю гармонию; соответственно изначально в истории человечества мужчина — добытчик пищи и защитник от врагов, то есть охотник и воин, женщина — хранительница очага, распределитель добычи и «рожаница». Соответственно инвариантны и порождаемые этими функциональными различиями особенности иерархических структур в системах ценностей обоих полов: у женщин ценностная доминанта — стабильность, покой, порядок, гармония, традиция, у мужчин — динамизм, нарушение сложившегося порядка вещей, обновление бытия, изобретение все новых и новых форм деятельности.

В исследовании 2014—2016 гг. [Мачурова, 2014] приняли студенты очной и заочной форм обучения в количестве 281 человека (мужчин — 110, женщин — 171 человек). Количество студентов в возрасте от 18 до 30 лет составляет 90,0 %. Незамужние женщины и холостые мужчины составляют 63,7 %; замужние и женатые — 18,5 %; состоят в гражданском браке (форма сожителства) — 15,7 %; разведены 2,1 %. К представителям русской культуры себя относят — 79,0 % опрошенных, к коми культуре — 16,0 %. Для 81,0 % студентов в семье наиболее близко православие, и 12,1 % студентов не относят себя и свою семью ни к одной из конфессий.

Счастливая семья для студентов это: общность взглядов и взаимопонимание (40,7 %); преданность партнеру и семье (24,6 %); максимальная привязанность друг к другу (16,6 %). Материальный достаток как критерий счастливой семьи важен для 12,0 % студентов. Оценка материального положения в семье следующая: на текущие расходы денег хватает у 49,5 %; живут в достатке — 27,1 %; живут от зарплаты до зарплаты — 21,3 %; бедствуют или с трудом сводят концы с концами — 3,2 %.

На благополучие семейных отношений в наибольшей степени влияют: преданность и сотрудничество — 43,0 %; общение, предполагающее открытое самовыражение — 19,6 %; совместное переживание радости в семье — 18,4 %.

Благополучие семьи, по мнению опрошенных, связанное с системой отношений «муж — жена — дети — родители», характеризует, прежде всего: любовь, взаимопонимание, уважение супругов — 31,4 %; здоровье, хорошо воспи-



танные дети — 16,9 %; взаимопонимание родителей и детей — 16,5 %. По мнению Е. А. Гайдуковой (2011) — это признаки идеальной семьи.

Семья является максимально стабильной при такой эмоциональной близости как равная друг к другу (73,7 %), и когда все члены семьи ближе к тому члену семьи, который имеет в семье власть и несет ответственность за всех — 11,7 %.

Семья ожидает от матери «роль хозяйки, хранительницы домашнего очага» — (92,9 %). Для матери, по мнению опрошенных, наиболее характерно «осуществлять свободный выбор и принимать обдуманные решения» — 31,3 %; развитие нравственных качеств всех членов семьи — 28,1 %; готовность самостоятельно действовать — 19,9 %. Те респонденты, которые ожидают от матери роль «хозяйки, хранительницы очага», выбирают для отца роль «лидера, добытчика, опоры в трудной ситуации» (различия на 1 % уровне значимости).

От отца семья ожидает «роли лидера, добытчика, опоры в трудной ситуации» — 75,1 %. Выбор такой роли отца наиболее выражен у студентов-мужчин — 82,7 %. Причем «опору в семье» в лице отца в большей степени видят студентки — 22,2 %, студенты — 9,1 %. Однако распределение ответов у мужчин и женщин не имеет значимых различий. То есть у молодежи складывается традиционный взгляд на роли мужчины и женщины в семье.

Быть хорошим отцом, по мнению студентов, — это «быть для детей хорошим примером» — 56,6 %, а также «любить своих детей» — 28,8 %. Самая главная роль отца — «принятие активного участия в жизни детей (образование, досуг, культура, спорт)» — 35,7 %; «воспитание у детей уверенности в будущем, формирование чувства социальной защищенности» — 23,4 %; «материальное обеспечение семьи и организация быта» — 13,6 %; «позитивный пример мужского образа поведения для детей» — 11,2 %. Однако реальность, а именно роли, которые отец выполнял, несколько расходится с ожиданиями. При сравнении ответов у мужчин и женщин по вопросу ожидания от роли отца и его реальным поведением, наблюдаются значимые различия как у мужчин, так и у женщин.

Наблюдаются так же значимые различия в характеристиках поведения отца и матери. Матери в большей степени предписывается развитие нравственных качеств всех членов семьи, отцу — ответственность за последствия своих решений перед обществом и своей совестью. Однако подобное поведение не характерно для отца по мнению 19,3 % женщин и 11,8 % мужчин, а для матери — для 9,4 % женщин и 2,7 % мужчин.

При сравнении двух выборок мужчин и женщин по вопросу о снижении роли мужчины как стабилизирующего фактора внутри семьи обнаружены значимые различия.

Ценностные представления у мужчин и женщин не имеют значимых различий. Для тех и других важные такие жизненные ценности как «Личная жизнь», «Любовь, дружба, друзья», «Работа». Однако по сравнению с нашим исследованием жизненных ценностей у мужчин и женщин в 2009 г. [Мачурова, 2010], в исследовании 2016 г. наметилась тенденция (на настоящий момент еще

не имеющая значимых различий) формирования «материального» типа личности у женщин.

Таким образом, представления молодежи о семье имеет идеализированный образ и характеризуются традиционными взглядами на роли мужчины и женщины в семье: отца как «лидера, добытчика, опоры в трудной ситуации», матери — «роль хозяйки, хранительницы домашнего очага». Мужчины и женщины имеют значимые различия по вопросу снижения роли мужчины как стабилизирующего фактора внутри семьи.

#### Библиографический список

1. Гайдукова, Е. А. Социальные представления о ролевых отношениях в современной семье (на примере жителей мегаполиса) [Текст] : дис. ... канд. психол. наук : 19.00.05 : защищена 16.06.11 / Елена Александровна Гайдукова. — Москва, 2011. — 290 с.
2. Дружинин, В. Н. Психология семьи [Текст] / В. Н. Дружинин. — Санкт-Петербург : Питер, 2006. — 176 с.
3. Елизаров, А. Н. К проблеме поиска основного интегрирующего фактора семьи [Текст] // Вестник МГУ. Сер. 14. Психология. — 1996. — № 1. — С. 42—49.
4. Каган, М. С. Философская теория ценности [Текст] / М. С. Каган. — Санкт-Петербург : Петрополис, 1997. — 205 с.
5. Мачурова, Н. Н. Отношение человека к семье через призму жизненных ценностей личности / Н. Н. Мачурова // Юбилейные чтения : науч.-практ. конф. ППС Сыктывкарского лесного института по итогам науч.-исслед. работы в 2009 году : сб. материалов. — Сыктывкар, 2010.
6. Мачурова, Н. Н. Особенности отношения к семье в современной России (на примере студентов) / сб. матер. науч.-практ. конф. проф.-препод. состава Сыктывкарского лесного института по итогам науч.-исследоват. работы в 2013 году. — (Сыктывкар, 18—20 февраля 2014 г.)
7. Мид, М. Мужское и женское. Исследование полового вопроса в меняющемся мире [Текст] : Male and Female / М. Мид ; пер. с англ.: М. Ошурков [и др.]. — Москва : Росспэн, 2004. — 412 с
8. Мишина, Т. Н. Психологическое исследование супружеских отношений при неврозах // Семейная психотерапия при нервных и психических заболеваниях [Текст] / под ред. В. К. Мягер и Р. А. Зачепиского. — Ленинград : [б. и.], 1987. — С. 13—20.
9. Целуйко, В. М. Психология современной семьи [Текст] / В. М. Целуйко. — Москва : Владос. — 2004. — 288 с.

В статье рассматриваются вопросы необходимости перехода к новой межкультурной парадигме при обучении иностранным языкам; указаны основные ее достоинства и пути формирования.

**Ключевые слова:** межкультурная компетенция, межкультурное обучение, межкультурный подход, лингвакультура, лингвосоциум.

**М. В. Полохова,**  
аспирант 2 года обучения  
(Нижегородский государственный лингвистический  
университет имени Н. А. Добролюбова)

## МЕЖКУЛЬТУРНАЯ ПАРАДИГМА ОБРАЗОВАНИЯ

В настоящее время в системе высшего профессионального образования происходят значительные изменения, которые требуют внедрения новых подходов при обучении иностранным языкам. Известный в России педагог-лингвист Е. Г. Тарева отмечает, что «современный этап развития лингводидактики не зря называют «посткоммуникативной эпохой». Как видится, коммуникативный метод, громогласно заявивший о себе во второй половине XX века и долгое время преобладающий в языковых классах и аудиториях, требует определенной корректировки в условиях современных вызовов общества» [1], именно поэтому в научных исследованиях наблюдается интенсивный поиск новых путей совмещения привычной идеи «коммуникативности» с тем или иным новым направлением в профессионально-ориентированном обучении иностранным языкам. Особые надежды сегодня связаны с культуроориентированной парадигмой процесса обучения в языковом вузе. «Культура как объект овладения предполагалась и в формате коммуникативного метода. Так что культурно направленные стратегии обучения тоже могут считаться последователями эпохи коммуникативности и в методике, которая рассматривается в новом для нее культурно значимом формате» [Там же, с. 237].

Об этом говорят Н. Д. Гальскова и Н. И. Гез в своей работе «Теория обучения иностранным языкам. Лингводидактика и методика», указывая на то, что «начиная с середины 1980-х годов интенсивно разрабатываются идеи интегрирования культуры в теорию и практику преподавания предмета. Однако если в этот период данные идеи увязываются с разработкой проблемы коммуникативной компетенции, то уже в 1990-е годы в методический «обиход» уверенно входят понятия «*межкультурная компетенция*» и «*межкультурное обучение*». Именно в эти годы коммуникативная методика переходит в новый этап своего развития, связанный с поиском путей взаимосвязанного коммуникативного, социокультурного и когнитивного развития учащегося. Данный этап предполагает актуализацию личности последнего на основе познания им чужой для него действительности и восприятия иной культуры» [2, с. 54].

В этот период на смену диалогу языков постепенно приходит диалог культур — «такая форма и способ коммуникации двух и более культур, когда каждая из сторон признает другую как равную, проявляет к ней интерес, признает её отличия, уважает ее уникальность и одновременно через познание и сопоставление углубляет свою самоидентичность» [1].

Профессор Е. И. Пассов описывает диалог культур как процесс двустороннего взаимодействия представителей разных культур, обладающим своим менталитетом, целью данного взаимодействия является достижение взаимопонимания, это означает понимание позиции собеседника и уважение к ней. Такой результат достигается благодаря интерпретации позиций обеих сторон на основе нравственности человека. «Умение интерпретировать, надо развивать специально», пишет ученый. «Для этого необходимо правильно организовать систему коммуникативного иноязычного образования» [3, с. 51].

Кроме того, отечественные и зарубежные исследователи сходятся во мнении о том, что при обучении иностранному языку больше внимания уделяется языковым средствам, развитию лингвистической компетенции. В то время как культурная и межкультурная составляющая коммуникации на наш взгляд представлена недостаточно. В связи с этим в настоящее время в трудах отечественных и зарубежных исследователей активно разрабатываются идеи обучения иностранному языку в рамках культууроориентированной парадигмы, в основе которой лежит идея о диалоге культур, когда каждая сторона признает равенство другой культуры, проявляет к ней интерес, осознавая ее уникальность, развивает и познает свою самобытность. Обучение иностранному языку при этом происходит через тесный контакт языковых и концептуальных систем. Особую позицию при этом занимает межкультурный подход, который хоть и тесно связан с другими культурно значимыми подходами, имеет свое собственное уникальное содержание.

При определении межкультурного подхода необходимо подчеркнуть важность иной культуры, картины мира, особенностей (стереотипных, ценностных, поведенческих, социальных) носителей языка, причем это познание осуществляется в постоянной непрерывной связи с родной культурой: «факты иного лингвосоциума сопоставляются реалиями родной лингвокультуры» [1].

Межкультурный подход предполагает учет в процессе обучения обязательного взаимодействия контактирующих языковых и концептуальных систем участников коммуникации — представителей двух лингвосоциумов. Использование данного подхода ведет к формированию межкультурно-ориентированной личности.

При изучении иностранного языка и присвоении особенностей чужого поведения, обучающийся расширяет свою картину мира в двух направлениях. Одновременно с приобретением знаний и способностей в области иностранного языка он осознает особенности своего родного языка и собственной культуры, до сих пор не осознаваемые; это то, что он присвоил на ранних фазах социализации и что он использует по сложившейся привычке. Таким образом, картина мира обучающегося развивается благодаря постижению как иной, так и собст-

венной культуры, это обеспечивает возможность вторичной социализации в ходе межкультурного взаимодействия [1, с. 237—244].

«Свое» и «чужое» в условиях межкультурной совместной деятельности должны быть согласованы друг с другом. Как указывает Е. Г. Тарева, усвоение фактов иной культуры осуществляется в следующем направлении: знакомство с фактом иной культуры → перенос его в родную культуру и осознание ее особенностей → переоценка факта родной культуры → постижение с этих позиций явления иной культуры → переоценка факта иной культуры. Конечной целью такой познавательной деятельности является присвоение явления иной культуры, которое многократно пропускается через родную культуру обучающегося. При переоценке факта родной культуры учащийся как бы воспринимает его глазами представителя иного лингвосоциума и понимает возможность иной интерпретации этого факта. «При этом обучающийся начинает осознавать то, что было ранее неосознанным, так как родная картина мира была присвоена им произвольно и не требовала дополнительного понимания в силу того, что все окружающие обладают ею же» [Там же].

Таким образом, изменение целей и методологических подходов языкового обучения привело к формированию межкультурной парадигмы образования, где основными принципами стали: взаимосвязь иноязычной и родной культуры, приобщение обучающихся к иноязычной картине мира через призму собственных социокультурных и когнитивных ценностей и обеспечения межкультурной направленности личности.

#### **Библиографический список**

1. Тарева, Е. Г. Межкультурный подход к подготовке современных лингвистов [Текст] / Е. Г. Тарева // Проблемы теории, практики и дидактики перевода : сб. науч. тр. Сер.: Язык. Культура. Коммуникация. — Вып. 14, т. 1. — Н. Новгород, 2011.
2. Гальскова, Н. Д. Теория обучения иностранным языкам. Лингводидактика и методика [Текст] : учеб. пособие для студ. лингв. ун-тов и фак. ин. яз. высш. пед. учеб. заведений / Н. Д. Гальскова. — Москва : Академия, 2004. — 336 с.
3. Пассов, Е. И. Основы коммуникативной теории и технологии иноязычного образования [Текст] : метод. пособие для преподавателей русского языка как иностранного / Е. И. Пассов, Н. Е. Кузовлева. — Москва : Русский язык. Курсы, 2010. — 568 с.



Основная цель данной публикации заключается в том, чтобы показать, как проводить самоконтроль при занятиях физической культуры и спортом. Тесты позволяют более точно оценить физическое состояние, правильно подобрать или скорректировать нагрузку, и тем самым избежать травм и перетренированности. Таким образом, можно сказать, что контроль, как врачебный, так и индивидуальный, необходим для наибольшей эффективности занятий физической культурой, а также достижения высоких спортивных результатов.

**Ключевые слова:** самоконтроль, здоровый образ жизни, пульс.

**А. И. Фирсов,**  
старший преподаватель  
(Сыктывкарский лесной институт)

## **САМОКОНТРОЛЬ ПРИ ЗАНЯТИЯХ ФИЗИЧЕСКОЙ КУЛЬТУРОЙ И СПОРТОМ**

Для наблюдения и оценки влияния систематических занятий физкультурой на состояние здоровья необходим не только врачебный контроль, но и самостоятельный контроль студента. Главный принцип при занятии физкультурой — не навреди! Поэтому следует периодически посещать врача и получать у него рекомендации для дальнейших занятий. Важно так же самостоятельно контролировать состояние своего здоровья, переносимость физических нагрузок. В этой связи мы рекомендуем обратить внимание на следующие критерии контроля:

- самочувствие после занятий физической культурой;
- состояния сна;
- уровень аппетита;
- весовые характеристики тела человека.

Самочувствие после занятий физической культурой должно быть бодрым, настроение хорошим, не должно быть головной боли, разбитости и выраженного утомления. При отсутствии состояния комфортности (вялость, сонливость, раздражительность, сильные мышечные боли, нет желания тренироваться) занятия надо прекратить;

Сон при систематических занятиях физическими упражнениями, как правило, хороший, с быстрым засыпанием и бодрым состоянием после него. Если же после занятий трудно заснуть и сон беспокойный (и это повторяется после каждого занятия), то следует считать, что применяемые нагрузки не соответствуют физической подготовленности и возрасту;

Аппетит после умеренных физических нагрузок должен быть также хорошим. Сразу после занятий обычно не рекомендуется принимать пищу, лучше выждать 30—60 минут [1].

Вес тела находится в прямой зависимости от роста, окружности грудной клетки, возраста, пола, профессии, особенностей питания. С возрастом он увеличивается за счет отложения жира в области живота, груди, шеи. Не случайно

же народная мудрость гласит: «Толстеть — значит стареть». Постоянно следить за весом тела при занятиях физкультурой так же необходимо, как и за состоянием пульса и артериального давления: показатели массы тела являются одним из признаков тренированности.

Для определения веса тела используют различные способы, так называемые весо-ростовые индексы. В практике широко применяется индекс Брока (измененный Бругшем): нормальный вес тела для людей ростом от 155 до 165 см равен длине тела в сантиметрах, из которого вычитают цифру 100. Все отклонения в сторону увеличения или уменьшения считаются избытком или недостатком веса. При росте 165—175 см вычитается цифра 105, а при росте 175 см и выше — 110.

Можно пользоваться весо-ростовым индексом сопоставления веса и роста (индекс Кетля): вес тела в граммах делят на рост в сантиметрах. Нормальным считается такой вес, когда на 1 см роста приходится у мужчин 350—400 г, у женщин — 325—375 г.

Излишек веса до 10 % регулируется физическими упражнениями, ограничениями в потреблении углеводов (хлеб, сахар и др.); при избытке его свыше 10% следует резко сократить прием животного масла и углеводов, полностью исключить мучные и крупяные блюда, картофель, сладости. Не рекомендуется употреблять различные приправы, которые возбуждают аппетит. Следует использовать в рационе фрукты и овощи, принимать в пищу 4—5 раз в день небольшими порциями. Особую ценность представляют молочные продукты (нежирный творог, сыр и др.). Растительную пищу лучше употреблять в сыром виде, так как сырые овощи и фрукты, особенно яблоки, бедны хлористым натрием и относительно богаты калием, что стимулирует потерю воды организмом.

Вес рекомендуется проверять раз в неделю, лучше утром (до еды), для чего можно пользоваться домашними настольными весами.

Общепризнано, что достоверным показателем тренированности является частота сердечных сокращений (пульс), которая в покое у взрослых мужчин равна 70—75, у женщин — 75—80 уд./мин. В состоянии покоя частота сердечных сокращений зависит от возраста, пола, позы (вертикальное или горизонтальное положение). С возрастом она уменьшается.

Пульс можно подсчитать на лучевой, височной или сонной артериях в области сердечного толчка. Для этого необходим секундомер или обычные часы с секундной стрелкой.

Наблюдения показывают, что между пульсом и физической нагрузкой существует прямая зависимость.

Пульс после физических нагрузок учащается: чем она больше, тем чаще сокращается сердце. Этим обеспечивается кровоснабжение работающих мышц. После физических нагрузок у здорового человека пульс приходит в исходное состояние через 5—10 мин, замедленное его восстановление указывает на чрезмерность нагрузки [4].

Желательно, если есть возможность, до и после занятий измерять артериальное давление в медпункте (а если есть аппарат Рива-Роччи и фонендоскоп, то можно это сделать и дома). В начале физических нагрузок максимальное,



или систолическое, давление повышается, потом стабилизируется на определенном уровне. После прекращения работы (первые 10—15 с) оно становится даже ниже исходного уровня, потом несколько повышается. Следует указать, что субъективным симптомом повышенного артериального давления служат пульсирующие головные боли, тяжесть в затылке, мелькание перед глазами, шум в ушах, подташнивание. В этих случаях необходимо прекратить занятия и обратиться к врачу.

При выполнении физических нагрузок резко возрастает потребление кислорода работающими мышцами, мозгом, в связи с чем возрастает функция органов дыхания. Дыхание в покое должно быть ритмичным, глубоким. Однако оно меняется при физической нагрузке в связи с изменением температуры окружающей среды, эмоциональными переживаниями. По его частоте можно судить о величине физической нагрузки. В норме частота дыхания у взрослого человека 16—18 экскурсий в 1 мин.

### **Самоконтроль студента**

*Самоконтроль* — это регулярное наблюдение за состоянием своего здоровья и физического развития и их изменений под влиянием занятий физкультурой и спортом. Самоконтроль не может заменить врачебного контроля, он является лишь дополнением к нему.

Самоконтроль позволяет студенту оценивать эффективность занятий спортом (физкультурой), соблюдать правила личной гигиены, режим занятий физкультурой, закаливания и т. п. Регулярно проводимый самоконтроль помогает анализировать влияние физических нагрузок на организм, что дает возможность правильно планировать и проводить занятие физкультурой.

Самоконтроль включает в себя простые общедоступные наблюдения, учет субъективных показателей (сон, аппетит, настроение, потливость, желание тренироваться и др.) и данные объективных исследований (ЧСС, масса тела, ЧД, кистевая и становая динамометрия и др.)

Самоконтроль позволяет преподавателю обнаружить ранние признаки перегрузок и соответственно корректировать тренировочный процесс [2].

*Самочувствие* отражает состояние и деятельность всего организма. Самочувствие и настроение оцениваются как хорошее, удовлетворительное и плохое.

*Работоспособность* оценивается как повышенная, обычная и пониженная.

*Сон* — важный показатель. Во время сна восстанавливаются силы и работоспособность. В норме бывает быстрое засыпание и достаточно крепкий сон. Плохой сон, долгое засыпание или частые просыпания, бессонница свидетельствуют о сильном утомлении или переутомлении.

*Аппетит* также позволяет судить о состоянии организма. Перегрузки, недосыпания, недомогания и пр. отражаются на аппетите. Он бывает нормальным, повышенным или пониженным (иногда отсутствует, хочется только пить).

*Желание тренироваться* характерно для здоровых людей. При отклонениях в состоянии здоровья, перетренированности желание тренироваться снижается или исчезает.

*Частота сердечных сокращений (ЧСС)* — важный объективный показатель работы сердечно-сосудистой системы. Пульс в состоянии покоя у тренированного человека ниже, чем у нетренированного. Пульс подсчитывают за 15 с, но если имеется нарушение его ритма, то подсчитывают за одну минуту. Чем тренированнее человек, тем быстрее его пульс приходит к норме после тренировки. Утром у тренированного спортсмена он слабее.

*Потоотделение* зависит от индивидуальных особенностей и функционального состояния человека, климатических условий, вида физической нагрузки и т.д. На первых тренировочных занятиях потливость выше, по мере тренированности потоотделение уменьшается. Потоотделение оценивают как обильное, большое, умеренное и пониженное. Потоотделение зависит также от количества жидкости, потребляемой спортсменом в течение дня.

*Боли* могут возникать в отдельных мышечных группах (наиболее нагружаемых мышцах), при тренировках после длительного перерыва или при занятиях на жестком грунте и т.п.

Следует обращать внимание на боли в области сердца и их характер; на головные боли, головокружение; на возникновение болей в правом подреберье, особенно при беге, потому что такие боли нередко свидетельствуют о хроническом холецистите, холангите и других заболеваниях печени.

*Масса тела* связана с величиной нагрузки. Естественна потеря веса во время занятия за счет пота. Но иногда вес падает за счет потери белка. Это происходит при тренировках в горах, при недостаточном потреблении животных белков (мяса, рыбы, творога и др.).

Спортивный врач или преподаватель должны разъяснять студенту, как правильно вести дневник самоконтроля, как оценивать тот или иной показатель своего самочувствия, его влияние на состояние здоровья и подготовить ему индивидуальный режим учебного процесса [3].

#### **Библиографический список**

1. Дёмин, Д. Ф. Врачебный контроль при занятиях ФК [Текст] / Д. Ф. Дёмин. — Санкт-Петербург, 1999. — 370 с.
2. Граевская, Н. Д. Спортивная медицина [Текст] : учеб. пособие / Н. Д. Граевская, Т. И. Долматова. — Москва : Совет. спорт, 2004. — 764 с.
3. Дубровский, В. И. Спортивная медицина [Текст] : учеб. для студентов высших учеб. заведений. — Москва : Владос, 2002. — 512 с.
4. Смирнов, В. М. Физиология физического воспитания и спорта [Текст] : учебник для студентов сред. и высш. учеб. заведений / В. М. Смирнов, В. И. Дубровский. — Москва : Владос-пресс, 2002. — 608 с.

В статье рассмотрены вопросы влияния физической культуры на состояние здоровья и физическое развитие молодежи, методы и профессиональная направленность физического воспитания.

**Ключевые слова:** студент, профессиональная направленность, методы, формы занятий.

**С. В. Харламов,**  
старший преподаватель  
(Сыктывкарский лесной институт)

## **РОЛЬ ФИЗИЧЕСКОЙ КУЛЬТУРЫ В ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ПОДГОТОВКЕ СТУДЕНТА**

Для того чтобы правильно оценить влияние физической культуры на профессиональную деятельность выпускников вуза, необходимо прежде всего рассмотреть значение и роль физической культуры в жизни человека вообще, не зависимо от его профессиональной принадлежности, характера и рода будущей работы. Необходимо выявить основу здорового образа жизни, физического совершенства, после чего рассмотреть специфические особенности, специализирующихся на определенном виде профессиональной деятельности, имеющие свои условия труда. Для каждой категории работников предъявляются разные требования к состоянию работника, его физической силе, здоровью.

После того как будут рассмотрены общие и специальные черты физической культуры, как одного из важнейших показателей уровня жизни человека, определится и ее значение как в жизни человека вообще, так и в его профессиональной деятельности, а в частности, в профессиональной деятельности бакалавра и специалиста экономики.

Для изучения влияния физической культуры на жизнь человека и его профессиональную деятельность необходимо учитывать как постоянно существующие факторы, которые не менялись на протяжении многих лет, так и веяния новых времен, которые ставят перед человеком задачу все больше и больше совершенствоваться и развиваться, в том числе и совершенствовать свое физическое состояние и здоровье.

Кроме того, значение и роль физической культуры должны рассматриваться с позиций не только различных возрастных категорий людей, но и с позиций их социальной и профессиональной ориентации.

Предмет физическая культура, который преподается в вузах, кладет еще один пласт в общем физическом состоянии человека, его здоровье, физической подготовленности и физическом совершенстве. Однако он имеет большее значение, чем та же физическая культура в школьном возрасте и школе, так как в вузе физическая культура преподается на более высоком уровне и воспринимается более осознанно, с пониманием ее значения и роли в жизни человека и общества.

Для более полного осознания значения физической культуры необходим правильно разработанный методический и методологический подход к преподаванию и изучению физической культуры, занятиям спортом и физическими упражнениями.

Чтобы понять и оценить значение и роль физической культуры в жизни человека вообще, и в профессиональной деятельности, не надо ждать, когда наступит время и вы реально почувствуете нехватку физической подготовленности, когда вы осознаете что упустили момент, когда надо было более тщательно физически совершенствоваться, тренироваться, заниматься физическими упражнениями. Начните сегодня заниматься своим здоровьем, пока еще не поздно.

Прогрессивный ритм нашей жизни требует от нас все большей физической активности и подготовленности. Все увеличивающиеся нагрузки, которые ложатся на наши плечи на протяжении всей жизни требуют более высокого физического совершенства, которое должно достигаться с помощью занятий физической культурой.

Физическая культура и спорт как социальные феномены. В своей основе физическая культура имеет целесообразную двигательную деятельность в форме физических упражнений, позволяющих эффективно формировать необходимые умения и навыки, физические способности, оптимизировать состояние здоровья и работоспособность.

Результатом деятельности в физической культуре является физическая подготовленность и степень совершенства двигательных умений и навыков, высокий уровень развития жизненных сил, спортивные достижения, нравственное, эстетическое, интеллектуальное развитие.

Итак, физическую культуру следует рассматривать как особый род культурной деятельности, результаты которой полезны для общества и личности. В социальной жизни в системе образования, воспитания, в сфере организации труда, повседневного быта, здорового отдыха физическая культура проявляет свое воспитательное, образовательное, оздоровительное, экономическое и общекультурное значение, способствует возникновению такого социального течения, как физкультурное движение, т. е. совместная деятельность людей по использованию, распространению и приумножению ценностей физической культуры.

Профессиональная направленность физического воспитания. Профессиональная направленность физической культуры — это основа, объединяющая все остальные ее компоненты.

Критериями, по которым можно судить о сформированности физической культуры личности, выступают объективные и субъективные показатели. Опираясь на них, можно выявить существенные свойства и меру проявления физической культуры в деятельности.

В соответствии с критериями можно выделить ряд уровней проявления физической культуры личности.

Предноминальный уровень складывается стихийно. Причины его лежат в сфере сознания в отношении студентов и связаны с неудовлетворенностью предлагаемой педагогами программой, содержанием занятий и внеучебной дея-

тельности, ее смысловым и общекультурным потенциалом; осложненными межличностными отношениями с педагогом. У студентов отсутствует потребность в познавательной активности, а знания проявляются на уровне знакомства с учебным материалом. Отрицается связь физической культуры со становлением личности будущего специалиста и процессом его профессиональной подготовки. В мотивационной сфере доминирует негативная или индифферентная установка. На учебных занятиях такие студенты пассивны, сферу внеучебной деятельности отвергают. Уровень их физических возможностей может быть различным.

В основе потенциального уровня — положительно осознанное отношение студентов к физической культуре в целях самосовершенствования и профессиональной деятельности. Они имеют необходимые знания, убеждения, практические умения и навыки, позволяющие грамотно выполнять разнообразную физкультурно-спортивную деятельность под контролем и при консультативной помощи педагогов и опытных товарищей. Познавательная активность проявляется как в сфере спортивных зрелищ, так и в освоении научно-популярной литературы.

Творческий уровень характерен для студентов, убежденных в ценностной значимости и необходимости использовать физическую культуру для развития и реализации возможностей личности. Этим студентам присуща основательность знаний по физической культуре, они владеют умениями и навыками физического самосовершенствования, организации здорового образа жизни, использования средств физической культуры для реабилитации при высоких нервно-эмоциональных нагрузках и после перенесенных заболеваний; они творчески внедряют физическую культуру в профессиональную деятельность, в семейную жизнь. После окончания вуза проявляют инициативу самостоятельности во многих сферах жизнедеятельности.

Методы физического воспитания. В процессе физического воспитания применяются как общепедагогические методы, так и специфические, основанные на активной двигательной деятельности.

Метод регламентированного упражнения. Метод регламентированного упражнения предусматривает:

- твердо предписанную программу движений (заранее обусловленный состав движений, порядок повторений);
- по возможности точное дозирование нагрузки и управление ее динамикой по ходу упражнений, четкое нормирование места и длительности интервалов отдыха;
- создание или использование внешних условий, которые облегчали бы управление действиями занимающихся (применение вспомогательных снарядов, тренажеров, срочного контроля за воздействием нагрузки).

Этот метод в физкультурно-спортивной практике имеет множество вариантов при общем, едином, целевом назначении: обеспечить оптимальные условия для усвоения новых двигательных умений, навыков или направленное воздействие на развитие определенных физических качеств, способностей.

Игровой метод. Игровой метод может быть применен на основе любых физических упражнений и не обязательно связан с какими-либо играми — футбол, волейбол и т. д.

К особенностям игрового метода в частности относится «сюжетная» организация игры: деятельность организуется с замыслом, предусматривающим достижение определенной цели. Игровой сюжет обычно заимствован из реальной жизни (имитация охоты, трудовых, бытовых действий). Но игровой сюжет может создаваться и специально, исходя из потребностей физического воспитания или конкретных задач того или другого занятия, или как условная схема взаимодействия играющих (современные спортивные игры).

Игровой метод используется, чтобы комплексно совершенствовать двигательную деятельность в усложненных или облегченных условиях, развивать такие качества и способности, как ловкость, быстрота ориентировки, находчивость, самостоятельность, инициативность. При умелом руководстве этот метод можно применять для воспитания коллективизма, сознательной дисциплины и других нравственных психических качеств.

Соревновательный метод. Соревновательный метод используется как в относительно элементарных формах (способ стимулирования интереса и активизации, занимающихся при выполнении отдельного упражнения на занятиях), так и в самостоятельном виде в качестве контрольно-зачетных или официальных спортивных соревнований. Основная черта соревновательного метода — сопоставление сил занимающихся в условиях упорядоченного соперничества за первенство или высокое достижение.

Соревновательный метод применяется при решении разнообразных педагогических задач. Это, прежде всего совершенствование умений, навыков в усложненных условиях для воспитания физических, морально-волевых качеств. Фактор соперничества в процессе состязаний создает особый эмоциональный и физиологический фон, который значительно усиливает воздействие физических упражнений и способствует максимальному проявлению функциональных возможностей организма. Применять этот метод необходимо после специальной предварительной подготовки.

Словесные и сенсорные методы. Словесные и сенсорные методы предполагают широкое использование слова и чувственной информации.

Благодаря слову можно сообщать необходимые знания, активизировать и углубить восприятие, поставить задание и сформулировать отношение к нему учащихся, можно руководить процессом выполнения задания, анализировать и оценивать результаты, корректировать поведение занимающихся.

Посредством сенсорных методов обеспечивается наглядность, которая в физическом воспитании понимается весьма широко. Это не только визуальное восприятие, но и слуховые, и мышечные ощущения.

**Формы занятий.** Каждое отдельное, относительно завершенное занятие физическими упражнениями является звеном процесса физического воспитания. В целом занятия разнообразны: прогулки, утренняя зарядка, спортивные состязания, купания, туристские походы, уроки физической культуры и т. д. Однако все они строятся на основе некоторых общих закономерностей. Знание

этих закономерностей позволяет педагогу в каждом конкретном случае разумно и с наибольшей эффективностью решать образовательные и воспитательные задачи.

**Взаимосвязи содержания и формы занятий физическими упражнениями.** Специфическим содержанием здесь является, прежде всего, активная, направленная на физическое совершенствование практическая деятельность. Она состоит из ряда относительно самостоятельных элементов: сами физические упражнения, подготовка к их выполнению, активный отдых и т. д. Сравнительно устойчивый способ объединения элементов содержания составляет форму занятий физическими упражнениями. В каждом случае форма должна соответствовать содержанию занятия, что является коренным условием качественного его проведения.

Форма занятий активно влияет на их содержание. Будучи единой с ним, она обеспечивает оптимизацию деятельности занимающихся. Постоянное пользование одними и теми же, стандартными формами занятий задерживает совершенствование физической подготовленности занимающихся.

Целесообразное варьирование форм, введение новых взамен устаревших дает возможность успешно решать задачи физического воспитания.

Факт активного влияния формы занятий на их содержание, а, следовательно, и на результаты обязывает к самому серьезному отношению к ней. Поэтому в теории физического воспитания вопросам построения занятий физическими упражнениями всегда придавалось большое значение.

На основе государственных стандартов высшего профессионального образования вузы самостоятельно (с учетом содержания примерной учебной программы по физической культуре, местных условий и интересов обучающихся) определяют формы занятий физической культурой. В настоящее время используются обязательные урочные (учебные) и неурочные формы занятий.

Учебные занятия — основная форма физического воспитания. Они имеются в учебных планах вуза (учебная дисциплина «Физическая культура») на всех факультетах. Учебные занятия могут быть:

- теоретические, практические, контрольные;
- элективные практические занятия (по выбору) и факультативные;
- индивидуальные и индивидуально-групповые дополнительные занятия (консультации);
- самостоятельные задания по заданию и под контролем преподавателя.

Обязательный теоретический раздел программы излагается студентам в форме лекций. Практический раздел состоит из двух подразделов: методико-практического и учебно-тренировочного. Практический раздел реализуется на учебных занятиях различной направленности, а в спортивном учебном отделении — на учебно-тренировочных занятиях.

Индивидуальные, индивидуально-групповые дополнительные занятия (консультации) проводятся по назначению и по расписанию кафедры физического воспитания для студентов, не справляющихся с зачетными требованиями, а также для желающих углубить свои знания и практические навыки.

Самостоятельные занятия могут проводиться по заданию и под контролем преподавателя, как в учебное, так и во внеучебное время. Контрольные занятия призваны обеспечить оперативную, текущую и итоговую информацию о степени усвоения учебного материала. Контрольные занятия проводятся в течение семестра после прохождения отдельных разделов программы. В конце семестра и учебного года студенты всех учебных отделений сдают зачеты по физической культуре, а по завершению всего курса — экзамен.

Внеучебные занятия организуются в форме:

- физических упражнений и рекреационных мероприятий в режиме учебного дня (утренней зарядки)
- занятий в секциях, организованных профсоюзов, спортивным клубом или другими внутривузовскими организациями
- самодеятельных занятий физическими упражнениями, спортом, туризмом
- массовых оздоровительных, физкультурных и спортивных внутривузовских и вневузовских мероприятий (спортивные соревнования, физкультурные праздники).

Взаимосвязь разнообразных форм учебных и внеучебных занятий создает условия, обеспечивающие студентам использование научно обоснованного объема двигательной активности (не менее 5 часов в неделю), необходимой для нормального функционирования организма молодого человека студенческого возраста.

Говоря о профессиональной деятельности, мы представляем себе прежде всего служащего, занимающегося не физическим трудом, а все таки умственным. Образование, которое получает такой человек, предполагает именно такую организационную форму его трудовой деятельности. Однако разве такой человек не должен обладать хорошей физической формой и отменным здоровьем. А добиться всего этого можно регулярно занимаясь спортом и физической культурой.

Определив огромное значение физической культуры в жизни человека вообще, и в профессиональной деятельности, еще раз хотелось бы подчеркнуть некоторые моменты.

Во-первых, необходимость занятий физической культурой и спортом существует на протяжении всей жизни человека, хотя и явный результат их воздействия возможно бывает заметен не сразу, по крайней мере, мы не всегда осознаем, что дает нам физическая культура и спорт. Хотя и порой видим разницу между собственным самочувствием в периоды, когда мы занимаемся физическими упражнениями, и когда игнорируем их. Да, когда нам еще нет двадцати лет, мы почти не ощущаем недостаток сил и жизненной энергии, однако, когда выйдя из стен вуза, мы окунемся в рабочую жизнь, на нас свалятся все проблемы, вот тогда то нам и потребуются силы и энергия для того, чтобы нормально жить и активно трудиться на благо себя и общества.

Во-вторых, значимость физической подготовленности человека, обусловлена и проявлением нового времени, хотя хорошая физическая форма ценилась во все времена, однако на данном этапе развития общества, физическая подго-



товленность принимает более важное значение. Сейчас, когда стране нужна хорошая рабочая сила, которая способна была бы помочь ей возродиться, восстановить и поднять уровень экономики, все большее значение отдается физической форме и здоровью работников.

В-третьих, занятие физической культурой и спортом дает человеку не только чувство физического совершенства, но и придает ему силы и формирует его дух. Поднимает уровень моральных качеств человека, что так необходимо нынешнему обществу. Колоссальное значение принимает физическая культура в жизни человека, когда она воздействует на него с разных сторон, она и формирует его моральные качества, дух, и воздействует на его физическое состояние. В здоровом теле — здоровый дух. А значит и новый подход к жизни и работе, новые достижения в жизни и работе — вот эффект физической культуры в государственном масштабе.

Для того чтобы сознательно прийти к выводу и значимости физической культуры и спорта, человек должен понять ее роль в своей жизни. И очень хорошо, если он поймет это не совсем поздно, для того, чтобы начать вести здоровый образ жизни.

Спорт и физическая культура — это не только здоровый образ жизни, это вообще нормальная и здоровая жизнь, которая открывает все новые и новые возможности для реализации своих сил и талантов. Это путь, на который вступает здравомыслящий человек, для того чтобы прожитая им жизнь была бы плодотворной, приносила радость ему самому и окружающим.

#### **Библиографический список**

1. Коробков, А. В. Физическое воспитание [Текст] / А. В. Коробков, В. А. Головин, В. А. Масляков. — Москва : Высшая школа, 2005. — 212 с.
2. Коц, Я. М. Спортивная физиология [Текст] : учебник для ин-тов физич. культуры / Я. М. Коц. — Москва : Физкультура и спорт, 1998. — 200 с.
3. Кузнецов, А. К. Физическая культура и жизни общества [Текст] / А. К. Кузнецов. — Москва : ФиС, 1998.
4. Ильинич, В. И. Физическая подготовка студентов ВУЗов [Текст] : учебник / В. И. Ильинич. — Москва : Гардарики, 2000. — 448 с.
5. Полиевский, С. А. Профессионально-прикладная подготовка в учебных заведениях [Текст] / С. А. Полиевский. — Москва : ГЦОЛИФК, 2004.

## **Секция «Информационные технологии в инженерном образовании»**

**УДК 004.93**

На основе успешных внедрений технологий коллективного участия в построении и наполнении информационных систем рассмотрены варианты уточнения границ географических объектов с целью формирования актуальных данных.

**Ключевые слова:** краудсорсинг, ГИС, САПР/СНА, векторизация.

**Н. А. Бушманов,**  
аспирант

(Санкт-Петербургский государственный  
лесотехнический университет им. С. М. Кирова)

### **КРАУДСОРСИНГ В ГЕОИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМАХ: УТОЧНЕНИЕ ГРАНИЦ ГЕОГРАФИЧЕСКИХ ОБЪЕКТОВ**

Полнота и актуальность географических данных для территорий, где антропогенная деятельность представлена незначительно зачастую вызывает вопросы:

– существующие карты даже при корректном занесении информации в ГИС имеют тенденцию устаревать, в первую очередь, в связи с природными факторами;

– множество карт и планов до сих пор представлены только на бумажных носителях;

– человеческий фактор, выраженный в ошибках на стадии привязки, в процессе векторизации и совмещения данных [1].

Экспертное сообщество далеко не всегда имеет возможность своевременно реагировать и устранять указанные проблемы, даже если эта работа важна для функционирования научных и промышленных групп.

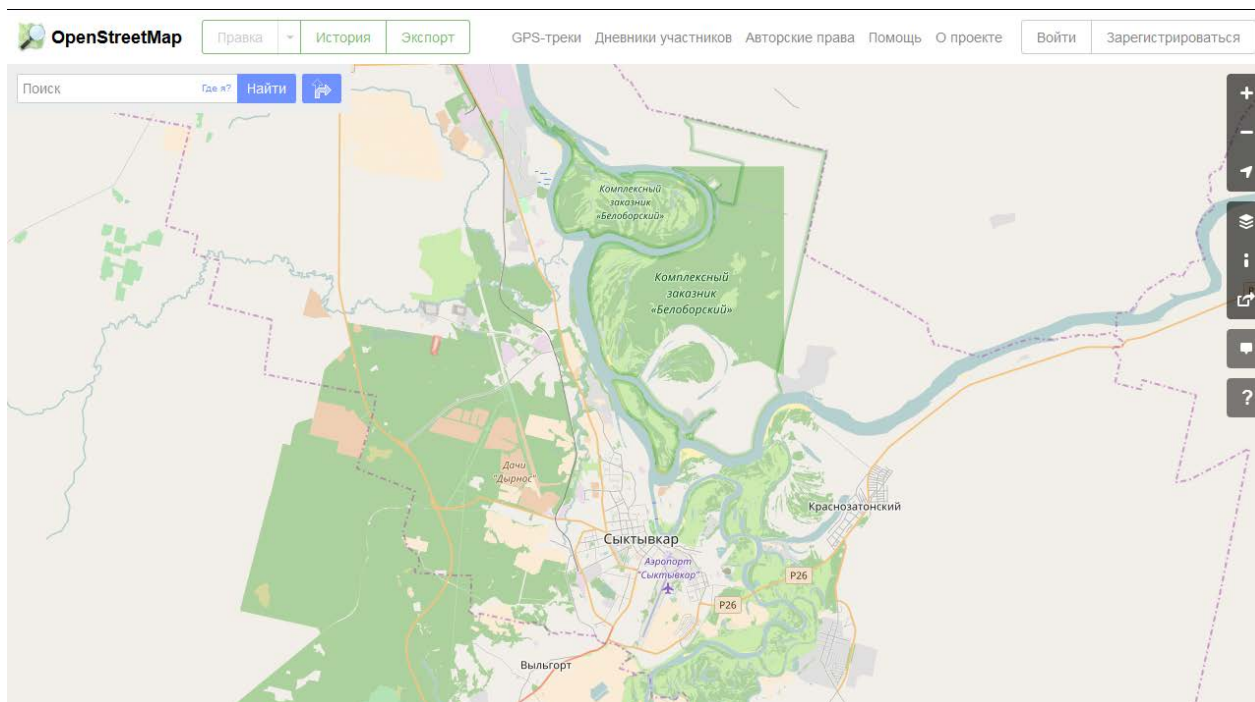
Помимо проектов, требующих привлечения экспертов для создания географических данных, все большее распространение получают проекты, где информация не проходит верификацию со стороны профессионального сообщества, но благодаря большому количеству субъектов, ее поставляющих, является актуальной, а при выполнении ряда условий, достаточно точной — краудсорсинговых проектах.

Примером успешной реализации краудсорсинговых технологий в геоинформатике является сервис OpenStreetMap — некоммерческий веб-картографический проект по созданию силами пользователей Интернета подробной свободной и бесплатной географической карты мира. Об успехе OSM свидетельствует статистика: 4 миллиона пользователей, 4 миллиарда узлов, 400 миллионов маршрутов и хорошая динамика развития [2].

Данный проект является наиболее показательным, но далеко не единственным примером совместной работы пользователей. Сервис геологической

службы США «Did You Feel It» разрабатывался как эффективное средство для исследования землетрясений на основании данных, полученных от населения; платформа GEO-Wiki используется для привлечения граждан к мониторингу окружающей среды [3].

Вышеуказанные проекты используют для своей работы социальный аспект, преимущественно связанный с географическим размещением поставщика данных. Для областей, где антропогенное воздействие незначительно или отсутствует, найти заинтересованных лиц для выполнения работ по векторизации информации представляется сложной задачей (рис. 1).



**Рис. 1.** Визуальное сравнение географической информация о городе и его окрестностях. Республика Коми, г. Сыктывкар <sup>4</sup>

В отсутствии мотивационной составляющей, остро встает вопрос о том, как именно привлечь участников в проекты, где итоговые результаты интересны, в первую очередь, научным группам и промышленным сообществам.

Рассмотрим одно из решений, которое было найдено в рамках проекта reCAPTCHA. Также как и исходный проект, CAPTCHA (Completely Automated Public Turing test to tell Computers and Humans Apart — полностью автоматизированный публичный тест Тьюринга для различения компьютеров и людей), проект reCAPTCHA создавался для защиты веб-сайтов от интернет-ботов путем ввода символов, изображённых на рисунке, а дополнительным преимуществом являлась одновременная помощь в оцифровке текстов книг [4]. В настоящее время указанный проект претерпел изменения, но принцип, который он реализовал, вполне может быть использован для геоинформационных задач по векторизации и корректировке геоданных. Речь идет о создании графических

<sup>4</sup> Источник: OpenStreetMap. URL: <https://www.openstreetmap.org>.

САРТСНА, где от пользователя требуется осуществить манипуляции с 2-мя узлами, один из которых является верификационным, а второй задает следующую точку в векторизуемом географическом объекте.

Так как в проекте присутствует элемент, требующий сопоставления (точек больше чем одна), то естественным ограничением будет работа только с линейными и полигональными объектами. Сложные сопоставления, требующие наличия специализированных знаний, также нежелательны, например, векторизация плана лесонасаждений вполне возможна, а корректировка его в соответствии с привязкой к местности нет.

Преимущества такого подхода в том, что человек лучше компьютера анализирует сложные цветовые переходы, может находить неочевидную связь между объектами на карте, до определенной степени способен игнорировать шумы, облачность и другие дефекты изображения.

При векторизации карт с бумажных носителей, для нахождения начальной точки возможно задание таковых экспертом, получение их через опрос пользователей (также в САРТСНА режиме, но верификатом в данном случае может выступать, например, выбор подложки), либо использование автоматизированных алгоритмов.

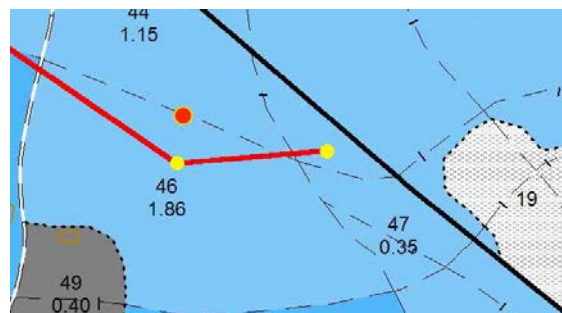
При корректировке существующих векторных слоев для подтверждения правильности начальных точек необходимо запросить у пользователя верное совмещение линии с объектом на карте. При ошибках в первичных данных место расположения может не совпадать с указанным пользователем, но без изменения общего вектора направления (рис. 2).

Чтобы у пользователя не возникало затруднений с определением следующей точки, необходимо обозначать сквозную линию от предыдущего узла или использовать обзорную карту с уже построенным путем.

Так как, помимо функции векторизации и корректировки данных, САРТСНА должна обеспечивать защиту от интернет-ботов, то для проверки пользователя используется случайное смещение точек на изображении, а точка-верификат, по которой будет производиться правильность введенных данных, выделяется (цветом, формой) (рис. 3).



**Рис. 2.** Проверка существующих данных. Необходимо совместить линию с дорогой



**Рис. 3.** Работа САРТСНА. Необходимо совмещение узла с существующей точкой и указание следующего

Требуется аннотирование CAPTCHA с целью уточнения действий пользователя в спорных ситуациях. Например, если осуществляется векторизация дорожной сети, пользователям должны даваться рекомендации о предпочтительности установки узлов на перекрестках дорог.

Для реализации указанной концепции необходимо располагать:

– картографическим веб-сервером, способным отдавать векторизуемое изображение или корректируемый набор географических данных. Привязка изображения должна быть осуществлена предварительно;

– функционалом для работы с данными на стороне клиента: генерация верификационной точки, работа с узлами;

– сервисом, который обрабатывает ответ клиента. Сравнение ответа, принятие решения о включении точки в путь, исходя из количества и качества выборок, определение конца пути, замыкание полигона и др. В некоторых случаях сервис должен привлекать эксперта для анализа и продолжения работы пользователей.

Существуют вопросы, решение которых возможно только при анализе статистики работы системы: выбор масштаба подложки, размера изображения, количества выборок, максимальной длины дуги пути.

Реализация подобной библиотеки внесет существенный вклад в создание и поддержание в актуальном состоянии географических данных, способствуя решению научных задач, основанных на пространственном анализе.

#### **Библиографический список**

1. Мартыненко, А. И. Единая географическая информационная система: проблемы и стратегия формирования [Текст] / А. И. Мартыненко, А. Н. Никишин, Д. А. Никишин // Системы и средства информатики. — 2007. — Т. 17, № 1. — С. 355—390.

2. Статика OpenStreetMap [Электронный ресурс]. — Режим доступа: [http://www.openstreetmap.org/stats/data\\_stats.html](http://www.openstreetmap.org/stats/data_stats.html).

3. Prasad S. Thenkabil Remotely Sensed Data Characterization, Classification, and Accuracies [Text] // CRC Press. — 2015. — P. 655.

4. Luis von Ahn, Benjamin Maurer, Colin McMillen, David Abraham and Manuel Blum reCAPTCHA: Human-Based Character Recognition via Web Security Measures [Text] // Science. — 2008. — Vol. 321. — P. 1465—1468, DOI:10.1126/science.1160379.

В статье раскрываются особенности разработки и применения интегрированных заданий в учебном процессе при подготовке студентов технических специальностей по дисциплине «Информатика».

**Ключевые слова:** интегрированные задания, подготовка специалистов.

**Н. В. Дуркина,**  
старший преподаватель кафедры ИС  
(Сыктывкарский лесной институт)

## **ОСОБЕННОСТИ РАЗРАБОТКИ И ПРИМЕНЕНИЯ ИНТЕГРИРОВАННЫХ ЗАДАНИЙ В УЧЕБНОМ ПРОЦЕССЕ**

Одной из характеристик современного общества является использование информационных и коммуникационных технологий во всех сферах жизнедеятельности человека. Поэтому одной из предпосылок повышения качества подготовки будущих специалистов является единство общеобразовательных и специальных дисциплин, реализуемое в междисциплинарной интеграции.

Интеграция в психолого-педагогической литературе понимается как процесс, в ходе которого разобщённые элементы посредством синтеза объединяются в систему, обладающую свойством целостности.

Проблема интеграции содержания образования рассматривалась в педагогике еще во времена Я. А. Коменского, но систематическое исследование ее началось только во второй половине XX века. Г.Ф. Федорец рассматривает интеграцию в разнообразных связях и зависимостях между структурными компонентами педагогической системы. И. Д. Зверев за основополагающий признак интеграции принимает всю целостность системы обучения. О. И. Бугаев интеграцию содержания образования объясняет необходимостью установления межпредметных связей с целью формирования у обучающихся целостной картины мира. Н. М. Буринская в интеграции видит кардинальное обновление содержание образования.

Поэтому одним из важнейших направлений в образовательном процессе является межпредметная интеграция. Как показывает практика, именно межпредметные связи повышают практическую и теоретическую значимость обучения, позволяют студентам применять знания и умения, как в ситуациях процесса обучения, так и в последующей производственной деятельности.

Рассматривая любой учебно-образовательный процесс с практической стороны, обнаруживается, что он от начала до конца выстроен на выполнении студентами тех или иных заданий, подготовке к их выполнению (состоящей, в том числе и в изучении некоторого фактического материала) и последующем разборе того, насколько успешно задания выполнены. Фактически весь процесс обучения может быть представлен как сменяющие друг друга циклы выполнения учебных заданий, а значит, учебные задания являются важнейшим средством обучения. Процесс разработки учебных заданий требует комплексного

подхода. Реальная задача в профессиональной практике специалиста решается в процессе освоения в курсе информатики конкретной системы умений, реализующейся на конкретном учебном материале конкретными инструментами, что и составляет сущность содержания обучения. Взяв за основу эквивалентность понятий «задача» и «умение», были сформулированы требования профессионального уровня подготовки по информатике к реальному умению выполнять задачи, содержание которых приближено к профессиональной области знаний будущего специалиста, а решение строится на комплексе базовых знаний, умений и навыков.

Задачи этого типа обязательно должны носить проблемный характер, т. е. студенту известна лишь в общей форме цель деятельности, а анализу подвергаются ситуация и действия, ведущие к достижению цели. В процессе решения такой задачи студент выполняет продуктивное действие творческого типа: действует без правил, но в известной ему области, создавая свои правила действия и добывая необходимую информацию. Среди способов создания проблемных ситуаций можно выделить:

- необходимость выбора нужной информации в ситуациях ее избыточности;
- разрешение противоречий между имеющимися знаниями и необходимыми;
- задание ситуаций практического характера, требующих оценки;
- побуждение к сравнению, сопоставлению, обобщению.

Задачи, созданные с соблюдением указанного условия, позволяют сформировать у студента следующие творческие умения:

- умение анализировать углубленные ситуации (разрешение противоречий);
- умение видеть и формулировать проблему;
- умение выделить задачу из фона;
- умение оценить, подходят ли имеющиеся знания к условиям задачи;
- умение видеть и находить нестандартные способы решения задач;
- умение решать задачи, алгоритмы решения которых не изучались;
- умение не придерживаться однажды избранной позиции на проблему;
- умение прогнозировать и предвидеть и пр.

Рассмотрим пример интегрированного учебного задания. Разработанный блок интегрированных профессиональных задач состоит из семи модулей (по количеству отраженных в инвариантном блоке технологий создания, редактирования, оформления, хранения и передачи информационных объектов различного типа). В качестве примера приведем блок задач для специальности 23.03.03 «Автомобильный сервис».

#### 1. Справочно-поисковые системы.

1.1. В Законе «О защите прав потребителей» найти условия, при которых претензии клиента к качеству выполненных работ должны быть удовлетворены в полном объеме.

1.2. Найти требования к оборудованию рабочего места автомеханика.

1.3. Определить условия, предъявляемые законом для открытия своей автомастерской.

1.4. Составить подборку нормативно-правовой документации, регулирующей деятельность автомастерской.

1.5. Найти в Интернете материал для создания презентаций (см. ниже).

#### II. Сетевые технологии.

2.1. Разместить рекламу автомастерской в локальной учебной сети.

2.2. Разместить каталог услуг автомастерской в локальной учебной сети.

2.3. Организовать рассылку информации о новых услугах автомастерской постоянным клиентам.

2.4. Разослать напоминания клиентам о времени и дате выполнения заказа.

#### III. Графический редактор.

3.1. Создать рекламный логотип автомастерской.

3.2. Создать бэйджик, например, для мастера автомастерской.

3.3. Обработать фото выполняемых работ с целью размещения их в каталоге.

3.4. Обработать фото клиента с целью его дальнейшего использования в компьютерном подборе прически.

#### IV. Программа создания презентации.

4.1. Создать электронный каталог автомастерской, выполняемых работ.

4.2. Создать пособие по подбору краски для покраски автомобилей.

#### V. Текстовый редактор.

5.1. Создать прайс-лист.

5.2. Оформить памятку по уходу за состоянием салона автомобиля с логотипом автомастерской.

#### VI. Табличный процессор.

6.1. Сформировать таблицу «Клиенты», автоматически рассчитывающую скидку на услуги по накопительной системе.

6.2. Построить динамический график работы сотрудников салона на месяц.

#### VII. Системы управления базами данных.

7.1. Сформировать БД «Клиенты» (перечень необходимых полей составить самостоятельно).

7.2. Сформировать выборку клиентов, у которых день рождения в следующем месяце (с целью рассылки напоминания о скидке).

7.3. Предоставить данные о предпочтениях клиентов, записанных на завтрашний день.

В результате обучения является завершение построения стабильной грамотной информационной платформы специалиста. Усиление внимания к построению специализированных блоков курса информатики, а значит, к профильному обучению поможет коренным образом изменить ситуацию с конкурентоспособностью выпускников технических специальностей вуза на рынке труда.



### Библиографический список

1. Алдияров, К. Т. Модель обучения Информатике, интегрированная с обучением общетехническим дисциплинам на основе сочетания очной и дистанционной форм обучения [Текст] / К. Т. Алдияров, Е. Ы. Бидайбеков // Вестник РУДН. Сер.: Информатизация образования. — 2012. — № 3. — С. 15—23.
2. Компетентностно-ориентированные задания в системе высшего образования: учебное пособие [Текст] / А. А. Шехонин [и др.]. — Санкт-Петербург : НИУ ИТМО, 2014. — 98 с.
3. Майбуров, А. Г. Использование интегрированных учебных заданий в процессе формирования профессиональных компетенций обучающихся [Текст] / А. Г. Майбуров, Е. А. Дёмина // Человек и образование. — 2014. — № 4 — С. 117—119.
4. Романов, Ю. В. Технология выполнения учебных заданий: из опыта подготовки учителей–предметников [Текст] / Ю. В. Романов, М. А. Лаврищева // Современные методы в современном преподавании : науч.-практ. конф. (Москва, 30—31 марта 2005 г.). — Москва, 2005.

Предложена методика кодирования информации, вводимой в GPS-навигатор Garmin при таксации лесов, и дальнейшей автоматизированной обработки данных для получения таксационного описания.

**Ключевые слова:** таксация леса, GPS-навигатор Garmin, таксационное описание.

**Т. М. Ефремова,**  
старший преподаватель кафедры ИС  
(Сыктывкарский лесной институт)

## **МЕТОДИКА ФОРМИРОВАНИЯ ТАКСАЦИОННОГО ОПИСАНИЯ НА ОСНОВЕ ДАННЫХ, ПОЛУЧАЕМЫХ С НАВИГАЦИОННЫХ УСТРОЙСТВ GARMIN**

Цель работы — сформировать таксационное описание лесов, используя полевые данные, получаемые с GPS навигатора Garmin.

Для выполнения цели были поставлены следующие задачи:

- систематизировать данные таксации лесных насаждений;
- создать макеты ввода данных и правила кодирования таксационных показателей, содержащие информацию, достаточную для анализа и расчета всех таксационных характеристик;
- выделить основной макет таксации, а также предусмотреть дополнительные макеты данных для случаев, не относящихся к основному макету;
- разработать структуру таблицы базы данных, получаемой в результате обработки данных;
- разработать алгоритм обработки с помощью средств Excel.

Оценка состояния лесных ресурсов является отдельным направлением лесной науки и осуществляется путем проведения комплекса специализированных мероприятий, называемых таксацией леса.

Под таксацией леса понимают учет и всестороннюю материальную оценку лесных ресурсов, определение технических характеристик (таксационного описания и плана) насаждений, определение их возраста, запаса (количества) древесины, прироста и объема отдельных деревьев и их частей [1].

Таксация леса даёт информацию для рационального планирования лесохозяйственной деятельности, оценки динамики и развития лесов, оптимальности существующих насаждений и соответствия их условиям произрастания, контроля за правильностью ведения лесного хозяйства, качеством и эффективностью выполняемых хозяйственных мероприятий.

Таксация леса проводится непосредственно при отводе лесосек в рубку, а также периодически в составе комплекса лесоустроительных работ, направленных на организацию территорий лесопользования, выявление и определение запасов лесных ресурсов, породного и возрастного состава лесов, установление размеров лесопользования и способов рубок, разработку проектов освоения лесов, а также мероприятий по охране, защите и воспроизводству лесов.

Согласно действующей Лесоустроительной инструкции, таксация лесов проводится для выявления, учета и оценки количественных и качественных характеристик лесных ресурсов. Допускаются четыре основных способа таксации леса: глазомерный, глазомерно-измерительный, дешифровочный и актуализации [2].

Глазомерный способ заключается в определении таксационных показателей лесов глазомерно (визуально) с использованием элементов измерительной таксации в целях корректировки отдельных показателей.

Глазомерно-измерительный способ таксации лесов основан на сочетании глазомерной таксации с выборочной измерительной и перечислительной таксацией, данные которой являются основой для составления таксационной характеристики лесотаксационного выдела.

Таксация лесов производится по элементам леса с выделением ярусов при их выраженности, а в разновозрастных насаждениях — по поколениям. Каждый элемент леса в приспевающих, спелых и перестойных лесных насаждениях характеризуется средними таксационными показателями (возрастом, высотой, диаметром ствола деревьев, классом товарности). В молодняках и средневозрастных лесных насаждениях средние таксационные показатели (кроме класса товарности) определяются только для основного элемента леса.

Для насаждения устанавливают: класс бонитета, тип леса, происхождение, а для каждого яруса — породный состав, полноту, запас древесины. Кроме того, при таксации характеризуется подрост, подлесок, сухостой и захламленность, выполняется оценка санитарного и лесопатологического состояния лесных насаждений, а для не покрытых лесом и нелесных земель — учитываются их специфические характеристики в зависимости от категории земель. Таким образом, для каждого лесотаксационного выдела могут определяться десятки различных показателей.

Все данные таксации лесов, независимо от применяемого способа, записываются в карточку таксации. На их основе формируются все картографические и лесотаксационные материалы объекта таксации лесов. Карточка таксации заполняется на каждый лесотаксационный выдел, включая категории земель, обозначаемые на планово-картографических материалах лесоустройства внемасштабными условными знаками. В карточку таксации записываются все таксационные показатели и характеристики, определение которых обязательно для конкретной категории земель или лесных насаждений в соответствии с требованиями и правилами таксации.

Классическая технология таксации лесов предусматривает заполнение карточки таксации в поле на бумажном носителе с последующим вводом информации с карточек в базу данных. Очевидными недостатками такой технологии является дублирование работ (сначала показатели записываются в поле, а затем в базу данных), невозможность работы с бумажным носителем в условиях осадков, высокая вероятность повреждения карточек таксации в полевых условиях.

К настоящему времени появились электронные комплексы для таксации лесов, которые чаще всего включают в себя мобильный компьютер со специальным программным обеспечением. При этом сохраняется потенциал развития

подобных технологий с учетом их совершенствования по таким показателям, как доступность и стоимость, практичность и мобильность, безопасность и простота использования. Предлагаемая методика направлена на улучшение указанных показателей, и ее суть сводится к следующему.

Для каждого пункта таксации в GPS-навигаторе предусматривается два типа путевых точек — точка для таксации покрытой лесом площади и точка для дополнительных сведений. В точке таксации указываются характеристики насаждения, яруса и таксационные показатели элементов леса. В точке, отвечающей за дополнительные сведения, указываются дополнительные сведения, такие как: особенности выдела, проведенные мероприятия, состав подроста, единичные деревья и многое другое. В целом, дополнительные сведения содержат данные, которые невозможно отразить в основной точке таксации. Каждой точке присваивается порядковый номер. Основная и дополнительная точки содержат одинаковый номер для идентификации выдела. На одном лесном выделе может быть несколько пар таких точек, таксационные характеристики вычисляются исходя из данных всех точек, лежащих в выделе. Если выдел не требует заполнения основной точки таксации (например, является вырубкой), на выделе может присутствовать только точка дополнительных сведений.

#### Требования к точкам таксации:

- На выделе должна быть как минимум одна точка таксации, которая должна включать все породы выдела.
- Номера точек не должны повторяться в пределах рабочей области.
- Блоки характеристик отделяются друг от друга одинарным пробелом.

#### Требования к точкам макетов:

- Между графами макета вводится знак «--».
- Между макетами вводится пробел.
- При отсутствии показателя вводится «0».

При создании точки в GPS-навигаторе можно заполнить несколько полей: имя точки, комментарий к точке, высоту и глубину. Также для корректной идентификации основных и дополнительных точек им присваиваются разные символы.

Кодирование основной точки происходит следующим образом:

– В поле «Имя» записываются номер точки, тип леса, бонитет, происхождение. Пример: 164-Ч-3-1.

– В поле «Примечание» записывается таксационная характеристика по элементам леса: абсолютная полнота, диаметр, высота, возраст, класс товарности. Пример: С12-2424-80-1 Е6-2020-70-2. Эта форма записи соответствует способу таксации с помощью круговых реласкопических площадок. Также предусмотрен вариант записи глазомерным методом таксации. В этом случае в конце строки обязательно должен быть указан запас или относительная полнота насаждения. Пример: 7С-2424-80-1 3Е-2020-70-2 210.

– В поле «Высота» записываются породы подлеска, густота подлеска. Породы подлеска организованы в справочник, в котором каждой породе соответствует свой код. Пример: 01001.

– В поле «Глубина» указывается густота, высота, возраст подроста. Если подроста нет, значение должно быть обнулено. Пример: 15251.5. В большинстве случаев подрост сформирован елью. В случае если состав подроста смешанный, он указывается в дополнительных макетах.

Записи могут быть сокращенными при условии, что в поле имени будет указана ссылка на точку, из которой можно будет взять все недостающие характеристики. Пример: С14 Е9. В этом случае диаметр, высота, возраст и класс товарности будут такими же, как в базовой точке, на которую указана ссылка вида «165-164». Здесь обязательно сохраняется условие наличия хотя бы одной точки, содержащей все породы выдела.

Макеты дополнительных сведений содержат информацию, которую невозможно структурировать по примеру, приведенному выше, по разным причинам. Лесной выдел может быть представлен вырубкой, водным объектом, дорогой и т.д., либо необходимо указать характеристики второго яруса или единичных деревьев, лесных культур, линейных объектов, таких как реки, дороги, особенности выдела и т.п. Для макетов дополнительных сведений предусмотрена своя структура. Пример заполнения макетов дополнительных сведений:

«Имя» — 164

«Примечание» — 2--10--20-0 17--1--2

Макеты содержат в себе следующие тематические группы объектов:

- 1) состав подроста;
- 2) запас сухостоя и захламленность на выделе;
- 3) запас и состав единичных деревьев;
- 4) второй ярус;
- 5) лесные культуры;
- 6) лесные культуры несомкнувшиеся;
- 7) вырубки;
- 8) пустыри, прогалины, погибшие насаждения;
- 9) повреждение ветровалом, буреломом и т.п.;
- 10) повреждение пожаром;
- 11) повреждение болезнями, вредителями;
- 12) сельскохозяйственные угодья;
- 13) воды;
- 14) болота;
- 15) земли линейного протяжения;
- 16) прочие земли;
- 17) особенности выдела;
- 18) проектируемые мероприятия;
- 19) молодняки высотой 4м и ниже;
- 20) проведенные мероприятия.

С помощью инструментов географической информационной системы точкам присваивается уникальный идентификатор, соответствующий их местоположению, содержащий код участкового лесничества, номер квартала и номер выдела. После этого таблица выгружается в формате .txt и сохраняется в формате .xls с помощью средств Excel для дальнейшей обработки.

При обработке полученной таблицы формируется список лесных выделов, считывается информация, записанная в полях имени, примечания, высоты и глубины. В соответствии с правилами кодирования данные расшифровываются и обрабатываются средствами VBA Excel. Входные данные предварительно автоматически проверяются на предмет опечаток и пропусков и при необходимости дополняются и исправляются. При расчетах используются справочные материалы и табличные данные, позволяющие вычислить таксационные характеристики для каждого выдела [3].

На выходе формируется таблица, содержащая всю информацию о лесотаксационных выделах, включающую более 50 различных показателей и характеристик. При ее преобразовании можно получить производную таблицу, где каждому лесному участку соответствует одна строка данных, что позволяет при необходимости привязать данные к электронной карте по уникальному идентификатору.

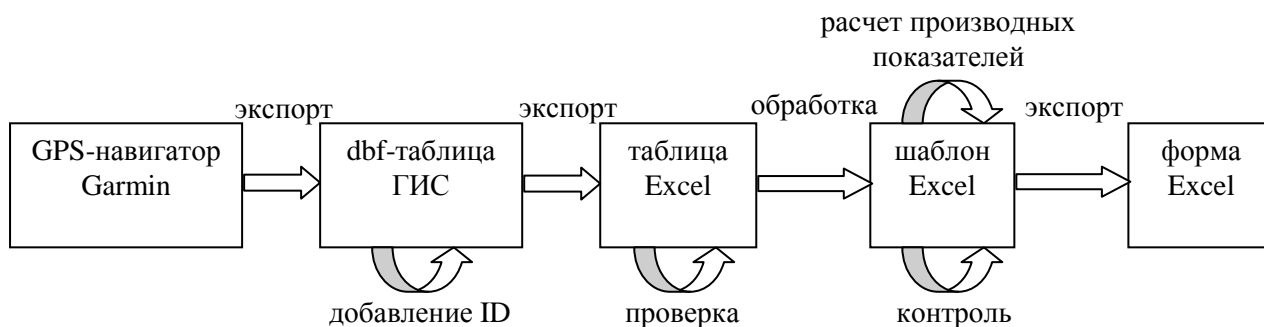
Полностью исключить участие человека в формировании итоговой таблицы невозможно, поскольку возникают спорные моменты, где очень трудно описать логику выбора правильного решения программным языком, например, при формировании формулы состава насаждения. Такие записи единичны, данные моменты учтены и выделены в таблице, чтобы предоставить возможность внести исправления вручную.

В дальнейшем рассчитываются поля категории состава, хозяйственной секции, класса и группы возраста, производится еще несколько ручных и автоматических проверок на корректность введенных и вычисленных показателей.

Когда итоговая таблица полностью проверена, в соответствии с Правилами заготовки древесины, Правилами ухода за лесами, Правилами лесовосстановления, а также на основе таксационных показателей, содержащихся в таблице по каждому лесному выделу, производится автоматический расчет мероприятий: рубок спелых и перестойных насаждений, рубок ухода, мероприятий по лесовосстановлению. Все рассчитанные данные заносятся в соответствующие поля таблицы, сохраняя исходную структуру. По завершении расчетов таблица содержит в себе полный набор данных, достаточных для формирования таксационного описания.

Для выполнения следующего этапа предварительно был подготовлен шаблон листа по форме приложения № 14 к Лесоустроительной инструкции [2]. Экспорт данных в шаблон производится автоматически, на выходе формируется книга Excel, содержащая таксационное описание, сгруппированное по отдельным лесным выделам и категориям защитности. Результат можно просматривать в электронном виде, а можно сразу отправить на печать, поскольку все параметры печати также предварительно настроены и уже сохранены в шаблоне.

Схема обработки данных представлена на рисунке.



### Обработка данных таксации

Преимущества данной методики:

- реализация сквозной технологии сбора и обработки данных таксации;
- отсутствие необходимости покупки и использования сложных технических средств;
- относительная простота обучения;
- высокая скорость обработки данных;
- минимизация влияния человеческого фактора на результаты расчетов;
- возможность использования выходных данных при оформлении карт.

Данная методика апробирована при выполнении работ по таксации лесов по первому таксационному разряду на площади 37 тыс. га глазомерно-измерительным способом и показала свою эффективность.

### Библиографический список

1. Таксация лесов в Российской Федерации [Электронный ресурс] // Новые «старые» технологии. — Режим доступа: <http://www.lesprominform.ru/jarchive/articles/itemshow/3804>.
2. Лесоустроительная инструкция [Электронный ресурс] : утв. приказом Рослесхоза от 12 декабря 2011 г. № 516. — Режим доступа: <http://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/70046776/>.
3. Войнов, Г.С. Лесотаксационный справочник по северо-востоку Европейской части Российской Федерации [Текст] / Войнов Г.С. [и др.]. — Архангельск : ОАО ИПП «Правда Севера», 2012. — 672 с.

Предложена имитационная модель системы с резервированными каналами передачи данных. Произведена оценка основных параметров предложенной модели, таких как среднее время пребывания пакета в системе, средняя длина очереди, процент потерь пакетов при передаче. Сделан вывод о необходимости проведения исследований по повышению надежности передачи данных по резервированным каналам связи.

**Ключевые слова:** имитационное моделирование, резервирование каналов, надежность.

**А. А. Самородницкий,**  
кандидат физико-математических наук, доцент  
(Сыктывкарский лесной институт)

**И. А. Сластухин,**  
аспирант  
(Университет ИТМО)

## ИМИТАЦИОННАЯ МОДЕЛЬ СИСТЕМЫ С РЕЗЕРВИРОВАННЫМИ КАНАЛАМИ ПЕРЕДАЧИ ДАННЫХ

**Введение.** Требования высокой надежности и отказоустойчивости, предъявляемые к сетям и системам связи, являются необходимыми в современных условиях их эксплуатации. Кроме того, к данным системам предъявляются требования надежности структуры и процесса передачи данных совместно с требованиями обеспечения высокой производительности при малых задержках передачи данных и низкой стоимости построения и эксплуатации [1—6].

Отказоустойчивость вычислительных систем и сетей может быть достигнута при резервировании узлов хранения, обработки и передачи данных, в том числе и магистралей (коммутаторов) [7—10].

**Цель исследования.** Построение имитационной модели системы с резервированными каналами передачи данных и оценка основных параметров.

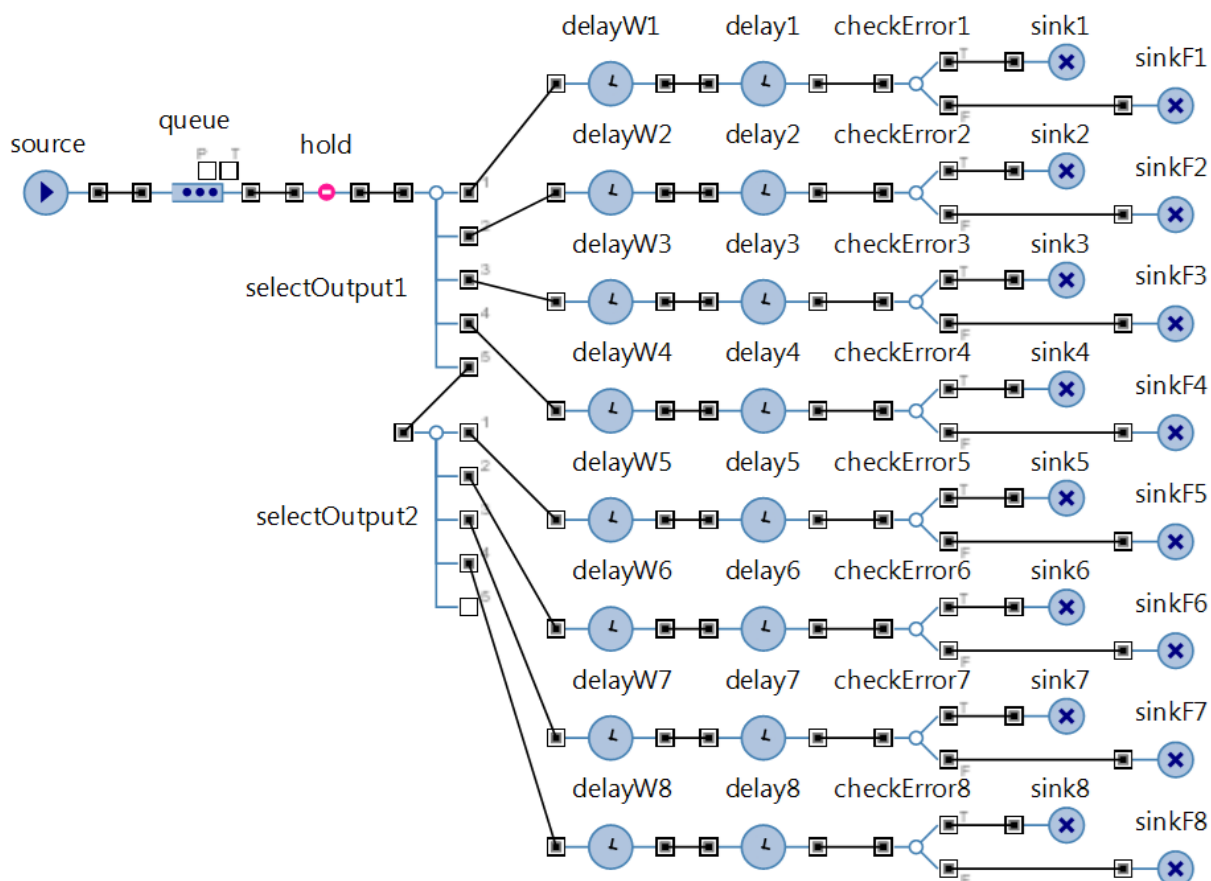
**Построение имитационной модели.** Рассмотрим систему передачи данных с резервированными каналами связи. В случае невозможности передачи по основному каналу производится попытка передачи по первому резервному каналу, если же невозможна передача по первому резервному каналу, то осуществляется попытка передачи по второму резервному каналу и т. д. Если передача невозможна ни по одному из каналов, то система приостанавливает передачу до освобождения одного из них. После передачи пакета по каналу производится проверка правильности переданной информации, в случае обнаружения ошибки повторная отправка не производится, то есть фиксируется потеря пакета.

Для построения модели была выбрана среда имитационного моделирования AnyLogic 7.

На рисунке ниже представлена схема имитационной модели с резервированными каналами передачи данных. Блок *source* — источник пакетов. Блок *queue* — бесконечная единая очередь пакетов. Блоки *delay1*, *delay2*, ..., *delay8* — имитируют 8 идентичных каналов связи. Блок *hold* отражает блокировку пере-



дачи пакетов, при занятости всех каналов. Блоки *select Output1* и *select Output2* отражают распределение пакетов между свободными каналами связи. Блоки *delayWi* имитируют задержки предоставления *i*-го канала. Блоки *checkErrori* моделируют проверку правильности передачи данных для *i*-го канала. Блоки *sinki* и *sinkFi* используются для подсчета количества пакетов, переданных через *i*-й канал без ошибки и с ошибкой соответственно.



Имитационная модель системы с резервированными каналами передачи данных

**Оценка основных параметров модели.** К основным параметрам модели относятся среднее время пребывания пакета в системе, средняя длина очереди и процент потерь при передаче.

Среднее время пребывания пакета в системе и средняя длина очереди зависят от интенсивности поступления пакетов в систему  $\lambda$ , скорости передачи по каналу связи  $L$ , и средней длины поступающих пакетов  $N$ .

Для проведения имитационного эксперимента по оценке среднего времени пребывания пакета в системе и средней длины очереди были выбраны следующие начальные данные: интенсивность поступления пакетов  $\lambda$  от  $10000 \text{ с}^{-1}$  до  $60000 \text{ с}^{-1}$  с шагом  $10000 \text{ с}^{-1}$ ; скорость передачи по каналу связи  $L = 8388608 \text{ бит/с}$ ; средняя длина поступающих пакетов  $N = 1024 \text{ бита}$ . При этом оценка производилась за интервал времени, равный 1 минуте.

В табл. 1 представлены результаты проведенных имитационных экспериментов.

**Таблица 1.** Среднее время пребывания и средняя длина очереди от интенсивности поступления пакетов  $\lambda$

$\lambda, \text{с}^{-1}$	Средняя длина очереди	Среднее время пребывания, с
10000	$1,433 \times 10^{-5}$	$1,321 \times 10^{-4}$
20000	$2 \times 10^{-3}$	$1,322 \times 10^{-4}$
30000	$3,4 \times 10^{-2}$	$1,332 \times 10^{-4}$
40000	$2,32 \times 10^{-1}$	$1,379 \times 10^{-4}$
50000	1,25	$1,573 \times 10^{-4}$
60000	50,808	$1 \times 10^{-3}$

Из таблицы видно, что при росте интенсивности поступления пакетов происходит также рост средней длины очереди и среднего времени пребывания пакетов в системе. Кроме того, при значении интенсивности поступления в  $60000 \text{ с}^{-1}$  наблюдается резкий скачок в значениях, что свидетельствует о нарушении устойчивости системы к нагрузке.

Оценку процента потерь при передаче будем производить при варьировании значений средней длины пакета и вероятности битовой ошибки. Для проведения имитационного эксперимента были выбраны значения: интенсивность поступления пакетов  $\lambda = 30000 \text{ с}^{-1}$ ; средняя длина пакета  $N = 256, 512, 1024, 2048, 4096$  бит; вероятность битовой ошибки  $B = 1 \times 10^{-3}, 1 \times 10^{-4}, 1 \times 10^{-5}, 1 \times 10^{-6}$ ; скорость передачи по каналу связи  $L = 8388608$  бит/с. При этом оценку будем проводить за интервал времени, равный 1 минуте.

В табл. 2 представлены результаты оценки процента потерь пакетов при передаче для разных значений  $N$  и  $B$ .

**Таблица 2.** Процент потерь пакетов при передаче в зависимости от вероятности битовой ошибки и средней длины пакета

$N, \text{бит}$ $B$	256	512	1024	2048	4096
$1 \times 10^{-3}$	22,6 %	40,2 %	64,1 %	87,1 %	98,3 %
$1 \times 10^{-4}$	2,5 %	5 %	9,7 %	18,5 %	33,6 %
$1 \times 10^{-5}$	0,3 %	0,5 %	1 %	2 %	4 %
$1 \times 10^{-6}$	0,02 %	0,05 %	0,1 %	0,2 %	0,4 %

Из табл. 2 видно, что при росте вероятности битовой ошибки возрастает и процент потерь пакетов при передаче. Аналогичная зависимость наблюдается и при росте средней длины пакета.

Исходя из предложенной оценки основных параметров, требуется исследование вариантов повышения надежности передачи данных по резервированным каналам связи.

#### Библиографический список

1. Богатырев, В. А. Надежность мультикластерных систем с перераспределением потоков запросов [Текст] / В. А. Богатырев, С. В. Богатырев // Известия высших учебных заведений. Приборостроение. — 2017. — Т. 60, № 2. — С. 171—177.

2. Богатырев, А. В. Надежность функционирования кластерных систем реального времени с фрагментацией и резервированным обслуживанием запросов [Текст] / А. В. Богатырев, В. А. Богатырев // Информационные технологии. — 2016. — Т. 22, № 6. — С. 409—416.
3. Богатырев, В. А. Эффективность резервированной передачи данных через агрегированные каналы [Текст] / В. А. Богатырев, И. А. Сластихин // Известия высших учебных заведений. Приборостроение. — 2016. — Т. 59, № 5. — С. 370—376
4. Kalinin, I. V. Evaluation of functionality's efficiency in priority telecommunication networks with heterogeneous traffic [Text] / I. V. Kalinin, L. A. Muraveva-Vitkovskaia // Communications in Computer and Information Science, IET. — 2016. — Vol. 601. — P. 253—259.
5. Bogatyrev, V. A. An interval signal method of dynamic interrupt handling with load balancing [Text] / V. A. Bogatyrev // Automatic Control and Computer Sciences. — 2000. — Vol. 34, № 6. — P. 51—57.
6. Aysan, H. Fault-Tolerance Strategies and Probabilistic Guarantees for Real-Time Systems [Text] / H. Aysan. — Mälardalen Univ., Västerås, Sweden, 2012.
7. Богатырев, В. А. Резервирование передач через агрегированные каналы, разделяемые на группы [Текст] / В. А. Богатырев, И. А. Сластихин // Научно-технический вестник информационных технологий, механики и оптики. — 2016. — Т. 16, № 6(106). — С. 1137—1140.
8. Богатырев, В. А. Резервированная передача данных через агрегированные каналы в сети реального времени [Текст] / В. А. Богатырев, С. В. Богатырев // Известия высших учебных заведений. Приборостроение. — 2016. — Т. 59, № 9. — С. 735—740.
9. Богатырев, В. А. Модель резервированного обслуживания запросов реального времени в компьютерном кластере [Текст] / В. А. Богатырев, А. В. Богатырев // Информационные технологии. — 2016. — Т. 22, № 5. — С. 348—355.
10. Sheng-Tzong, Cheng. Fault-tolerance model for multiprocessor real-time systems [Text] / Sheng-Tzong Cheng, Chia-Mei Chen. and Tripathic, S. K. // J. Compt. Syst. Sci. — 2000. — Vol. 61. — P. 457—477.

УДК 349.6 (=51)

В статье рассматривается сохранение и развитие традиционного природопользования коренного населения Севера. Решение видится на междисциплинарном уровне, поскольку помимо сохранения самобытности и культурно-этнической обособленности, такой подход позволит решить некоторые вопросы в сфере природопользования.

**Ключевые слова:** природопользование, малочисленные коренные народы, медиация, экологические конфликты, территории традиционного природопользования.

**К. Н. Аверина,**  
кандидат юридических наук, доцент  
(Коми республиканская академия  
государственной службы и управления)

### **ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ КОНФЛИКТЫ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ ЛЕСОВ В МЕСТАХ ТРАДИЦИОННОГО ПРОЖИВАНИЯ И ХОЗЯЙСТВЕННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ЛИЦ, ОТНОСЯЩИХСЯ К КОРЕННЫМ МАЛОЧИСЛЕННЫМ НАРОДАМ СЕВЕРА**

Лес — это не только сложная экосистема, выполняющая различные функции (эксплуатационную, средообразующую, защитную, культурно-оздоровительную), резерв генетического и биотического разнообразия, но и территории традиционного проживания и природопользования лиц, относящихся к коренным малочисленным народам Севера.

Эволюционные преобразования общества способствовали формированию различных типов хозяйственной культуры, включая культуру природопользования. Население Севера России подразделяется на три основные социокультурные группы: коренное, старожильческое и пришлое население, для каждой из которых характерны определенные культурно-хозяйственные типы природопользования.

Социокультурные особенности природопользования в контексте устойчивого развития северных регионов России перспективное и весьма актуальное направление для исследования на междисциплинарном уровне. Коренные малочисленные народы, наглядно демонстрируя многовековой опыт выживания в условиях агрессивной природной среды, выработали особые этнокультурные традиции природопользования. Принимаемые меры правового характера, как на федеральном уровне, так и силами субъектов РФ, способствуют поддержке биосфероцентричного мировоззрения коренного населения.

Вопросы хозяйственной деятельности лиц, относимых к коренным малочисленным народам Севера, регулируются нормами федерального законодательства. Так, Федеральный закон «О гарантиях прав коренных малочисленных народов Российской Федерации» [1] устанавливает правовые основы гарантий самобытного социально-экономического и культурного развития коренных ма-

лочисленных народов России, защиты их исконной среды обитания, традиционных образа жизни, хозяйствования и промыслов. Статья 1 указанного Федерального закона содержит основные понятия такие, как традиционный образ жизни малочисленных народов, исконная среда обитания малочисленных народов, уполномоченные представители малочисленных народов и др. При этом данный нормативный правовой акт не содержит понятия и не определяет критерии осуществления хозяйственной деятельности лиц, относящихся к коренным малочисленным народам.

Федеральный закон «О территориях традиционного природопользования коренных малочисленных народов Севера, Сибири и Дальнего Востока Российской Федерации» [2] устанавливает правовые основы образования, охраны и использования территорий традиционного природопользования коренных малочисленных народов Севера, Сибири и Дальнего Востока Российской Федерации для ведения ими на этих территориях традиционного природопользования и традиционного образа жизни.

Общие принципы организации и деятельности общин коренных малочисленных народов Севера, Сибири и Дальнего Востока Российской Федерации, создаваемых в целях защиты исконной среды обитания, традиционного образа жизни, а также их прав и законных интересов, урегулированы в рамках Федерального закона «Об общих принципах организации общин коренных малочисленных народов Севера, Сибири и Дальнего Востока Российской Федерации» [3].

В целях поддержания этнокультурных основ устойчивого развития традиционного культурно-хозяйственного типа природопользования развивается законодательство субъектов РФ. Согласно преамбуле Закона Республики Коми «Об оленеводстве», признающего оленеводство неотъемлемой частью традиционного образа жизни и культуры коренных малочисленных народов Севера Российской Федерации, данный нормативный правовой акт направлен на создание условий для эффективного и устойчивого развития указанного вида традиционного природопользования в Республике Коми и представителей других этнических общностей, проживающих на территории Республики Коми [4].

Развитие положений федерального законодательства в рамках предоставленных полномочий прослеживается в ряде нормативных правовых актов Ханты — Мансийского автономного округа — Югры (далее — ХМАО — Югры). Правовая основа организации и деятельности общин малочисленных народов, осуществляющих свою деятельность на территории ХМАО — Югры определена в Законе ХМАО — Югра «Об общинах коренных малочисленных народов в Ханты — Мансийском автономном округе — Югре» [5]. Законом ХМАО — Югры от 04.12.2001 № 85-оз к традиционным видам деятельности коренных малочисленных народов Севера, проживающих на территории субъекта, отнесено оленеводство, коневодство, охота и рыболовство, и сбор дикоросов [6].

Отдельные вопросы в области водных и лесных отношений на территории ХМАО — Югры урегулированы Законом ХМАО — Югры от 29.12.2006 № 148-оз [7]. В частности, п. 2 ст. 7 вышеназванного нормативного правового акта устанавливает нормы заготовки древесины для собственных нужд в местах традиционного проживания и традиционной хозяйственной деятельности ли-

цами, относящимися к коренным малочисленным народам Севера и ведущими традиционный образ жизни.

Несмотря на экологическую рациональность мировоззрения коренных малочисленных народов, современная политика освоения северных территорий России понуждает констатировать наличие особого вида конфликта — конфликта природопользования. Экспертный опыт в сфере экологической конфликтологии позволяет предположить, что конфликт природопользования — это кризисные явления в системе «природа — население — хозяйство». Следует признать, что существенная часть конфликтов природопользования носит скрытый характер, в связи с чем, возникает проблема понимания причин и вектора изменений климата и традиционной деятельности коренного населения. В северной части Республики Коми к крупноочаговым видам природопользования, влияющим на традиционный уклад жизни коренного населения, относятся угледобывающие центры Воркуты и Инты, нефтегазодобыча и переработка в Ухте, Сосногорске, Усинске, энергетическое снабжение Воркуты [8] и др. Таким образом, под воздействием выбросов предприятий химического, энергетического комплекса и транспорта, происходит техногенная деградация лесов. Помимо указанного, следует признать антропогенное воздействие на объекты полезного лесоразведения и естественные лесостепные сообщества. Губительны для лесных массивов и нелегальные рубки, браконьерство и иные виды несанкционированного лесопользования, что, в свою очередь, приводит к деградации экосистемы леса, поскольку истребляются популяции уязвимых и охраняемых видов.

Многолетний опыт эксплуатации биологических ресурсов Севера и относительно малая численность населения способствовали тому, что в течение длительного периода времени отсутствовала проблема конфликтов в сфере природопользования. По мнению Т. М. Крассовской, конфликты природопользования в северных широтах начали появляться с конца XIX в. и значительно расширились по площади в начале XX в. [9].

Современные темпы и подходы по индустриальному освоению северных территорий актуализируют постановку задачи об использовании возможности исследования рациональными научными методами. Следует признать наличие материальных, социальных и технологических причин возникновения конфликтов природопользования.

В качестве материальной основы, предопределяющей развитие конфликтов в сфере природопользования, относимы конкурентные отношения между хозяйствующими субъектами различных отраслей за природные ресурсы.

В качестве социальных причин, обуславливающих возникновение и развитие конфликтов природопользования, следует указать неразвитость экологоориентированного воспитания местного населения, несовершенство системы управления природопользованием, осознанное ограничение потребления природных ресурсов коренным населением на фоне развития и стимулирования государством коммерческого сектора в сфере традиционного природопользования.

Технологические причины возникновения конфликтов природопользования предопределены, прежде всего, несоответствием приемов и методов освое-

ния северных территорий с их природными особенностями. Применение технологий без учета природной среды Севера привели к стремительному развитию термоэрозии, что, в свою очередь, негативно отразилось на сохранности растительного покрова и доступности водных ресурсов. Указанное свидетельствует об игнорировании аборегенной культуры хозяйствования, основанной на понимании и уважении природы и закономерностей ее развития.

Таким образом, сохранение и развитие традиционного природопользования коренного населения Севера является комплексной проблемой, решение которой видится на междисциплинарном уровне, поскольку помимо сохранения самобытности и культурно-этнической обособленности, такой подход позволит решить некоторые вопросы в сфере природопользования.

Действующее законодательство [1, ст. 14] предусматривает защиту прав коренных малочисленных народов, но только в судебном порядке. Исключительно судебный порядок защиты прав в части обжалования действий органов государственной власти, органов местного самоуправления, их должностных лиц, в случае ущемления прав общин малочисленных народов, определен ст. 23 Федерального закона «Об общих принципах организации общин коренных малочисленных народов Севера, Сибири и Дальнего Востока Российской Федерации» [3]. С учетом положений ст. 69, ч. 1 п «м» ст. 72 Конституции РФ, где указывается на особый правовой статус прав коренных малочисленных народов, целесообразно говорить о допустимости иного, в сравнении с общепринятым, подхода по разрешению проблем по защите их среды обитания и образа жизни. В этой связи усматривается возможность использования медиативных подходов, что позволит урегулировать возникающие споры с учетом интересов сторон и специфики этнического, социального и культурного положения лиц, относящихся к малочисленным коренным народам.

Альтернативный судебному способ урегулирования споров реализуется в соответствии с Федеральным законом «Об альтернативной процедуре урегулирования споров с участием посредника (процедуре медиации)» [10]. В п. 2 ст. 1 данного Федерального закона указано, что его положения регулируют отношения, связанные с применением процедуры медиации к спорам, возникающим из гражданских правоотношений, в том числе в связи с осуществлением предпринимательской и иной экономической деятельности. Таким образом, можно говорить о наличии компромиссного подхода по разрешению конфликтов в сфере природопользования. Использование положительного, оправдавшего себя на практике опыта зарубежных стран по разрешению споров посредством применения процедуры медиации, в том числе и в сфере природопользования, является основанием для оптимистичного взгляда на привнесение указанного способа в систематическую практику.

Для внедрения медиации при урегулировании экологических конфликтов представляется целесообразным в Федеральном законе «Об альтернативной процедуре урегулирования споров с участием посредника (процедуре медиации)» [10] технически зафиксировать понятие эколого-правового конфликта. Кроме того, в ст. 76 Федерального закона «Об охране окружающей среды» тре-

буется предусмотреть возможность разрешения споров в области охраны окружающей среды посредством медиативных техник.

Аналогия рассматриваемых вопросов дает повод постановки вопроса о дополнении ст. 14 Федерального закона «О гарантиях прав коренных малочисленных народов Российской Федерации» [1] и ст. 23 Федерального закона «Об общих принципах организации общин коренных малочисленных народов Севера, Сибири и Дальнего Востока Российской Федерации» [3] положениями о возможности защиты прав указанных категорий лиц посредством применения процедуры медиации.

#### **Библиографический список**

1. О гарантиях прав коренных малочисленных народов Российской Федерации [Текст] : федеральный закон от 30.04.1999 № 82-ФЗ // СЗ РФ. — 1999. — № 18. — Ст. 2208.
2. О территориях традиционного природопользования коренных малочисленных народов Севера, Сибири и Дальнего Востока Российской Федерации [Текст] : федеральный закон от 07.05.2001 № 49-ФЗ // СЗ РФ. — 2001. — № 20. — Ст. 1972.
3. Об общих принципах организации общин коренных малочисленных народов Севера, Сибири и Дальнего Востока Российской Федерации [Текст] : федеральный закон от 20.07.2000 № 104-ФЗ // СЗ РФ. — 2000. — № 30. — Ст. 3122.
4. Об оленеводстве в Республике Коми [Текст] : закон Республики Коми от 01.03.2011 № 18-РЗ // Республика. — 2011. — № 52—53.
5. Об общинах коренных малочисленных народов в Ханты — Мансийском автономном округе — Югре [Электронный ресурс] : закон ХМАО — Югра от 19.11.2001 № 73-оз // СПС «Консультант Плюс».
6. О традиционных видах деятельности коренных малочисленных народов Севера в Ханты — Мансийском автономном округе [Электронный ресурс] : закон ХМАО — Югра от 04.12.2001 № 85-оз // СПС «Консультант Плюс».
7. Закон ХМАО — Югры от 29.12.2006 № 148-оз «О регулировании отдельных вопросов в области водных и лесных отношений на территории Ханты-Мансийского автономного округа — Югры» [электронный ресурс] // СПС «Консультант Плюс».
8. Аверина, К. Н. Некоторые аспекты нормативного правового регулирования промышленно — хозяйственного освоения Арктической зоны России (на примере МО ГО «Воркута») [Текст] / К. Н. Аверина // Управленческие аспекты развития северных территорий России : материалы Всерос. науч. конф. (с международным участием). — Сыктывкар : КРАГСиУ, 2015. — С. 124—128.
9. Крассовская, Т. М. Природопользование Севера России [Текст] / Т. М. Крассовская. — Москва : Изд-во ЛКИ, 2008. — С. 124.
10. Об альтернативной процедуре урегулирования споров с участием посредника (процедуре медиации) [Текст] : федеральный закон от 27.07.2010 № 193-ФЗ // СЗ РФ. — 2010. — № 31. — Ст. 4162.
11. Об охране окружающей среды [Текст] : федеральный закон от 10.01.2002 № 7-ФЗ // СЗ РФ. — 2002. — № 2. — Ст. 133.



Показана возможность использования коллекций ботанического сада Института биологии Коми НЦ в образовательном процессе студентов Сыктывкарского лесного института. Приведены темы обзорных экскурсий в оранжерее и дендрарии.

**Ключевые слова:** образование, ботанический сад, коллекционный фонд.

**А. В. Вокуева,**  
ведущий инженер;  
**А. Н. Смирнова,**  
аспирант, ведущий инженер  
(Институт биологии Коми НЦ УрО РАН)

## **КОЛЛЕКЦИИ БОТАНИЧЕСКОГО САДА ИНСТИТУТА БИОЛОГИИ КОМИ НЦ УРО РАН ДЛЯ ВЫСШЕГО ЛЕСНОГО ОБРАЗОВАНИЯ В РЕСПУБЛИКЕ КОМИ <sup>5</sup>**

Ботанические сады имеют огромное значение в высшем специальном образовании — растения, культивируемые в садах, служат материалом для проведения обзорных и тематических экскурсий, лекций и практикумов. Коллекции растений служат базой для знакомства с разнообразием различных культурных и полезных растений для студентов многих специальностей — биологов, агрономов, лесоводов, ландшафтных дизайнеров и т. д. Обычными видами образовательной деятельности ботанических садов являются формы обучения студентов, выполняющих на базе коллекций курсовые и дипломные или бакалаврские и магистерские работы под руководством научных сотрудников ботанических садов. Обучение студентов в процессе выполнения самостоятельных работ может быть организовано и как часть учебно-производственной практики на базе ботанического сада.

Ботанический сад Института биологии Коми НЦ УрО РАН, созданный в 1946 г., расположен в 8 км к югу от города Сыктывкара, в селе Выльгорт Сыктывдинского района Республики Коми, имеет площадь около 18 га, из них 3,5 га — площадь дендрария. Он был задуман и как живой музей для ознакомления с коллекциями новых видов и сортов полезных растений, и как лаборатория для изучения интродуцентов, привлеченных из местной флоры и других географических зон. Долгое время функционировал как лаборатория интродукции в составе других подразделений, и лишь в 1990 г. получил статус отдела. Ведущее направление работы Ботанического сада — разработка научных основ и практических вопросов интродукции и акклиматизации хозяйственно-ценных растений. За 70 лет своего существования он стал центром по интродукции полезных растений. Ботанический сад вносит важный вклад в изучение и обогащение растительных ресурсов Республики Коми. Для изучения привлекаются

---

<sup>5</sup> Работа выполнена в рамках государственного задания по теме «Некоторые аспекты репродуктивной биологии ресурсных видов растений в культуре на Европейском Северо-Востоке России» № 115012860039.

растения со всего мира посредством обмена семенами через обменные списки семян — делектусы, часть растений привозится в виде саженцев из экспедиций в другие регионы и командировок в крупные ботанические сады. Кроме научных исследований по интродукции, ботанический сад решает задачи по экологическому образованию: ежегодно сотрудниками сада проводятся экскурсии для школьников, студентов, садоводов-любителей. Также немаловажную роль сад играет в деле сохранения биоразнообразия: в коллекциях сада произрастают редкие и охраняемые виды растений, включенные в региональные и государственные Красные книги [6].

Дендрарий ботанического сада Института биологии — один из самых северных в России, поэтому коллекции декоративных древесных растений, выращиваемых в открытом грунте, представляют большой интерес для понимания процессов адаптации растений при переносе их в новые экологические условия. Ежегодно на базе дендрокolleкции ботанического сада проводятся летние практические занятия со студентами Сыктывкарского лесного института по декоративной дендрологии. Студенты знакомятся с экзотами древесных декоративных растений из различных флор мира, составляют гербарий. При проведении занятий обращается внимание на богатство растительного мира, который необходимо сохранить для нынешних и будущих поколений. Студентов знакомят с формой роста интродуцентов и появлением новых жизненных форм в условиях культивирования, способами воспроизводства растений [1]. Обращается внимание на некоторые аспекты культивирования растений в северных регионах. На обширной территории Республики Коми, характеризующейся неблагоприятными климатическими условиями, существует большая потребность как в саженцах декоративных пород для озеленения и лесопаркового строительства, так и в посадочном материале новых плодово-ягодных культур и сортов для выращивания на приусадебных участках. Культивированию древесно-кустарниковых видов в условиях северного региона сопутствуют определенные затруднения, связанные с их биологическими особенностями в сравнении с травянистыми многолетниками. Но при этом древесные растения имеют и свои преимущества, такие как долговечность, устойчивость к городским условиям, высокая декоративность. Все это создает предпосылки для продолжения и углубления исследований по интродукции древесных видов на Севере.

Знакомство с коллекцией древесных интродуцентов начинается с общей характеристики и схемы дендрария. Дендрарий (от греч. δένδρον — дерево), или арборетум (от лат. *arbor* — дерево) — территория, отведённая под культивирование в открытом грунте древесных растений (деревьев, кустарников, лиан), размещаемых по систематическим, географическим, экологическим, декоративным и другим признакам. Дендрарий Ботанического сада расположен на высоком открытом месте. Абсолютная высота участка 110 м над уровнем моря. Площадь дендрария составляет 3,5 га. За основу размещения растений в дендрарии принят географический принцип. Растения сгруппированы в следующие отделы:

- 1) Европы и Евразии;
- 2) Сибири;

3) Дальнего Востока и Восточной Азии;

4) Северной Америки.

Однако следует отметить, что такой принцип размещения растений на участках не везде точно соблюден, так как реорганизация участков в дендрарии была проведена уже после создания основной коллекции сада. К примеру, на входе в дендрарий (так называемой «витрине») высажено большинство декоративных форм и сортов туи западной (*Thuja occidentalis*) и можжевельника (*Juniperus*). А недалеко от главной аллеи из ели колючей (*Picea pungens*) для удобства обзора экскурсантами высажены красивейшие сорта сирени обыкновенной (*Syringa vulgaris*) в зоне, называемой сирингарием. Рядом располагается ландшафтная экспозиция в виде одиночно высаженных кустов высокодекоративных сортов кустарников рода спирея (*Spiraea*) [2].

Также студентов знакомят с историей создания и последующего пополнения коллекции дендрария. Пионером научных исследований в области интродукции древесных растений был большой энтузиаст М. М. Чарочкин, им же и был проведен основной сбор дендрологической коллекции [3]. На основании исследовательской работы ботанического сада и всего имеющегося опыта по интродукции было выделено более 150 видов, форм и сортов древесных растений для культуры в Коми. Начатая М. М. Чарочкиным работа по привлечению в культуру природного генофонда растений из других флористических районов, а также видов и культиваров из Ботанических садов и интродукционных центров России и зарубежных стран была продолжена научными сотрудниками Л. Г. Мартыновым и Л. А. Скупченко.

Мартыновым Л. Г. был разработан ассортимент древесных растений, включающий 180 видов, форм и сортов [4]. Он составлен на основе результатов многолетних исследований дендрокolleкции ботанического сада и обследования зеленых насаждений в Республике. Многие растения из этого списка уже включены в озеленительные посадки города Сыктывкара и окрестностей.

С начала 90-х годов коллекция дендрария пополнилась весьма значительно (до 500 таксонов), благодаря целенаправленной работе Л. А. Скупченко по привлечению новых видов. Изучена биология интродуцентов в новых условиях, выделены наиболее декоративные виды, адаптированные к почвенно-климатическим условиям, разработана агротехника их выращивания, даны рекомендации по размножению и использованию в озеленении [5].

В дендрарии Ботанического сада к данному времени собрана богатая коллекция древесных декоративных растений, насчитывающая почти 600 видов, разновидностей, сортов из различных флор мира. Из них 7 видов древесных растений включены как редкие и исчезающие в Красную Книгу Республики Коми [6]. Более углубленные работы по изучению особенностей роста, развития и зимостойкости в настоящее время проводятся над 500 ботанически выверенными таксонами. При отборе лучших видов растений, пригодных для озеленения городов и сел республики, особое внимание обращается на их зимостойкость.

Следует отметить, что кроме географического принципа подбора интродуцентов, существует систематический принцип, например, метод родовых комплексов, по которому изучается несколько видов одного рода при введении в

культуру в определенном регионе. В свою очередь, крупные родовые комплексы составляют десятку ведущих семейств интродуцентов в коллекции: розоцветные — *Rosaceae*, кипарисовые — *Cupressaceae*, маслинные — *Oleaceae*, и другие. Преобладающим по числу таксонов дендрокolleкции, так же как и в местной флоре, является семейство Розоцветные (*Rosaceae*) — более 200 видов, форм и сортов. Виды этого семейства представляют большую практическую ценность для использования в различных целях, как декоративные, пищевые и лекарственные культуры. Для образовательных целей семейство розоцветные представляет особый интерес и может служить неким модельным семейством благодаря следующим показателям:

1) разнообразие жизненных форм внутри семейства: от кустарничков (дриада восьмилепестковая — *Dryas octopetala*) и лиан (стефанандра Танаки — *Stephanandra tanakae*) до кустарников (пузыреплодник амурский — *Physocarpus amurensis*) и деревьев (яблоня ягодная — *Malus baccata*);

2) различные ареалы распространения видов: Европа (рябина австрийская — *Sorbus austriaca*), Евразия (роза иглистая — *Rosa acicularis*), Северная Америка (малиноклен душистый — *Rubacer odoratum*), Восточная Азия (спирея японская — *Spiraea japonica*), а также эндемики с узколокальным типом ареала (сибирка алтайская — *Sibiraea altaiensis*);

3) виды отличаются по степени сохранности листвы в зимний период: вечнозеленые (лавровишня лекарственная — *Laurocerasus officinalis*), полувечнозеленые (кизильник горизонтальный — *Cotoneaster horizontalis*), и большинство из них — листопадные виды (рябинник рябинолистный — *Sorbaria sorbifolia*);

4) множество хозяйственно-ценных видов: лекарственные (боярышник кроваво-красный — *Crataegus sanguinea*), пищевые (ирга колосистая — *Amelanchier spicata*), высокодекоративные (спирея трехлопастная — *Spiraea trilobata*), а большая часть видов сочетает все эти признаки (арония черноплодная — *Aronia melanocarpa*).

При этом можно подчеркнуть, что биология некоторых представителей розоцветных при культивировании на севере изучена не в полной мере. К примеру, кустарники рода спирея (*Spiraea*) обладают весьма ценными характеристиками благодаря комплексу декоративных признаков. Данный род включает около 90 видов, распространенных в умеренной зоне Северного полушария, во флоре Республики Коми распространен только один вид *Spiraea media* — спирея средняя. На данное время род спирея в коллекции всего дендрария самый многочисленный — содержит более 40 таксонов, среди которых 23 вида, 3 разновидности, 7 гибридов и 9 сортов. Они привлечены в интродукцию в разные годы из ботанических садов России и ближнего зарубежья, как семенами, так и в виде саженцев. Спиреи по праву считаются универсальными декоративными растениями благодаря многообразию видов и сортов, неприхотливости, быстрым темпам роста, цветению с ранней весны до конца лета, и могут успешно выращиваться в северных регионах России [7]. Они легко переносят стрижку и могут быть использованы в качестве элементов различных форм ландшафтного дизайна — альпийских горок, живых изгородей, бордюров, одиночных и групповых посадок. В озеленении города Сыктывкара и районов республики ис-

пользуется всего 3—4 вида этого рода, в связи с чем необходимо изучение биологии видов и сортов рода *Spiraea*, выращенных в новых климатических условиях, с выявлением наиболее устойчивых и перспективных видов для озеленения северного региона.

Также на видах этого семейства можно наглядно продемонстрировать использование кустарников в различных ландшафтных композициях: изгороди (спирея Биллиарда, арония черноплодная, боярышник Максимовича), солитеры (парковые розы), аллеи (рябина обыкновенная), альпийские горки (кизильник Даммера, спирея японская). На практике демонстрируются методы стрижки и санитарной обрезки кустарников.

На территории небольшого питомника сада сотрудниками проводятся работы по размножению ценных видов и культиваров. Здесь студентам сообщают о методах размножения растений: семенного — весеннего и подзимнего посевов семян, ухода за сеянцами, и вегетативного — черенкованием зелеными или полуодревесневшими черенками, делением кустов, отсадкой поросли. В дальнейшем студенты осваивают эти методы и агротехнические приемы на практике самостоятельно.

Традиционно в ходе экскурсий и занятий обязательно подчеркивается значимость работы по интродукции деревьев и кустарников в ботанических садах. Сохранить природное видовое богатство растений местной и инорайонных флор, выявить наиболее устойчивые и перспективные виды, обеспечить нужды населения в саженцах декоративных пород для озеленения и садово-паркового строительства — эти задачи успешно могут быть реализованы коллективами ботанических садов и дендрариев даже в северных регионах.

Климат Республики Коми характеризуется холодной долгой зимой и непродолжительным летом, поэтому в осенне-зимне-весенний период экскурсии по декоративной дендрологии проводятся в оранжерее. С 2016 г. начались еще занятия для студентов очной и заочной формы обучения специальности «Ландшафтная архитектура» Сыктывкарского лесного Института по цветоводству открытого и закрытого грунта. Помимо лекций на разнообразные темы по строению растений, агротехнике выращивания и ассортименту декоративно-лиственных и красивоцветущих растений, проводятся лабораторные и практические занятия в оранжерее ботанического сада, где студенты осваивают различные методы размножения, основные приемы и агротехнику выращивания, а также знакомятся с разнообразием растений тропической и субтропической флоры. Именно в ходе подобных занятий у студентов развиваются и закрепляются основы практических умений и навыков, возрастает интерес к практической работе, расширяется экологическое мировоззрение.

Коллекция оранжерейных растений ботанического сада начала создаваться в 1984 г. и в настоящее время насчитывает около 750 видов и форм теплолюбивых растений, относящихся к 273 родам из 91 семейства. Коллекционные растения оранжереи демонстрируют богатство растительного мира, представляют различные флоры Земли и разные жизненные формы: древесные и древовидные, травянистые корневищные, луковичные, клубнелуковичные и клубневые, лианы и эпифиты. Наличие в коллекциях оранжереи разнообразных в таксоно-

мическом, географическом, экологическом и эволюционном плане растений значительно расширяет возможности ботанического сада по использованию живых растений в учебном процессе ВУЗов, техникумов, колледжей и школ. И самое главное преимущество в том, что работу в оранжерее можно проводить круглогодично, не дожидаясь теплого времени года, что немаловажно в наших северных условиях.

В основе научного комплектования и изучения коллекции оранжерейных растений — сбор представителей максимального числа семейств из различных флористических областей для демонстрации богатства растительного мира планеты; отбор растений разных жизненных форм; подбор видов и форм растений, ценных по декоративным качествам и жизнестойких в различных условиях для озеленения помещений различного типа. Еще один из критериев включения нового вида в коллекцию — редкость в природе или культуре. Также желательно, чтобы растение обладало «легендой» (т. е. про него было бы интересно рассказывать).

Основные тематические направления экскурсий для студентов:

1) систематика различных групп растений (коллекции близкородственных растений и принципы объединения их в таксономические группы, или выделение в коллекции монотипных семейств и родов, имеющих только по одному роду или виду);

2) изменчивость морфологии вегетативных органов (например, среди имеющихся в коллекции оранжереи представителей семейства Ароидных можно найти все возможные для этого семейства жизненные формы);

3) географическая ботаника (на материале сезонно-сухих лесов Южного полушария Земли прослеживается огромное разнообразие морфологического строения и видоизменений побегов).

В 2010 г. в ботаническом саду был введен в действие новый оранжерейный комплекс общей площадью 1040 м<sup>2</sup>, что позволило создать экспозиции для ознакомления с богатством и разнообразием мировой флоры. Все имеющиеся в оранжерее растения объединены в три группы: засухоустойчивые растения пустынь и полупустынь, тропические растения и растения субтропиков. Внутри этих групп они располагаются согласно географическому распространению. Экспозиции представляют собой имитацию фрагментов соответствующих растительных формаций. За основу разработки дизайна посадок взят ландшафт той или иной местности. Основу каждой экспозиции составляют эдификаторы растительности той или иной климатической зоны. Их дополняют интересные в хозяйственном, декоративном, морфологическом или филогенетическом аспектах виды. Каждая из экспозиций передает структуру, характер и содержит основные жизненные формы тропических и субтропических растительных формаций.

Экспозиция «Тропики» разделена на растения неотропиков (Южная и Центральная Америка) и растения палеотропиков (Африка и Юго-Восточная Азия). Каждая из растительных групп содержит характерные жизненные формы тропиков: деревья, кустарники, лианы и травы. Здесь же размещена экспозиция эпифитов, которая представлена растениями соответствующей жизненной формы из семейств ароидные, бромелиевые, орхидные. Большинство растений этой груп-

пы нуждается в определенных условиях: высокой влажности и постоянно высокой температуре. Основная экспозиция сформирована на грунтовой площадке.

Для растений субтропиков характерен период покоя в зимнее время и соответствующий природному температурный и влажностный режим содержания. Акцент здесь сделан на декоративность посадок. Большинство растений этой экспозиции листопадные, поэтому она особенно декоративна весной, в период цветения. В японской группе размещается коллекция азалий.

Растения пустынь и полупустынь, произрастающие в условиях высоких дневных температур, обилия солнечного света, малого количества осадков и низкой влажности воздуха, выработали способность накапливать и сохранять влагу на период засухи, а затем экономно ее расходовать. Эти сочные растения, так называемые суккуленты, запасают воду в стеблях — стеблевые суккуленты (кактусовые, молочайные) или в листьях (толстянковые, агавовые, аизовые). Поскольку суккулентные растения требуют значительного пространства вокруг себя, в экспозицию включено небольшое количество видов. Посадка в данной экспозиции разреженная, имитирующая особенности природных местообитаний.

На каждой экскурсии для разных групп населения — школьникам, студентам или садоводам-любителям, важно еще выделить и показать полезность растений. Например, тропические и субтропические плодовые растения, лекарственные и пряноароматичные. В последнее время значительный интерес вызывают фитонцидные растения, приемы их выращивания в различных интерьерах, а так же редкие виды растений, их биология, условия обитания, причины сокращения численности и меры по их сохранению. Большой интерес всегда вызывают зимнецветущие растения, которые особенно эффектно смотрятся в оранжерее на фоне сугробов за окном. В коллекции оранжереи имеются 10 редких видов растений [8]. Значительное внимание уделяется знакомству с возможностями размножения и сохранения редких видов в культуре, знакомству с биоразнообразием и его значением.

Таким образом, разработка образовательных программ в ботанических садах, которые являются интродукционными, научно-исследовательскими, природоохранными и образовательными центрами, стала сферой интеграции науки и образования. Уникальный коллекционный фонд растений и богатый потенциал специалистов Ботанического сада Института биологии Коми НЦ УрО РАН уже успешно используются в лесном образовании Республики Коми.

#### **Библиографический список**

1. Зайнуллина, К. С. Коллекционный фонд Ботанического сада Института биологии Коми НЦ УрО РАН как центр экологического образования для устойчивого развития в Республике Коми [Текст] / К. С. Зайнуллина, А. В. Вокуева, Л. А. Скупченко, В. В. Пунегов // Вестник ИРГСХА. — 2011. — Т. 4. № 44. — С. 48—53.
2. Ботанический сад Института биологии [Текст] : путеводитель. — Сыктывкар : Изд-во Коми НЦ УрО РАН, 1994. — 142 с.
3. Чарочкин, М. М. Экзоты на Севере [Текст] / М. М. Чарочкин // Бюлл. ГБС АН СССР. — 1960. — Вып. 36. — С. 43—46.

4. Мартынов, Л. Г. Ассортимент древесных растений для озеленения населенных мест Республики Коми [Текст] / Л. Г. Мартынов. — Сыктывкар : Коми НЦ УрО РАН, 1992. — (Научные рекомендации — сельскому хозяйству. Вып. 105). — 32 с.
5. Интродукция полезных растений в подзоне средней тайги Республики Коми. Итоги работы Ботсада за 50 лет [Текст]. Т. III / Л. А. Скупченко, В. П. Мишуров, Г. А. Волкова [и др.]. — Санкт-Петербург : Наука, 2003. — 214 с.
6. Красная книга Республики Коми [Текст]. — Москва ; Сыктывкар : Изд. ДИК, 1998. — 528 с.
7. Смирнова, З. И. Использование декоративных растений рода спирея (*Spiraea* L.) в озеленении [Текст] / З. И. Смирнова, М. Г. Рябченко // Проблемы современной дендрологии : материалы межд. науч. конф., посвящ. 100-летию со дня рождения чл.-корр. АН СССР П. И. Лапина. — Москва, 2009. — С. 504—508.
8. Редкие виды растений в культуре на Европейском Севере [Текст] / Г. А. Волкова, Л. А. Скупченко, А. В. Вокуева [и др.]. — Екатеринбург : УрО РАН, 2009. — 155 с.



Учебная аудитория является одним из ведущих звеньев в организации учебного процесса и проведения всей работы на занятиях. Она должна нести и выполнять педагогические, дидактические и социальные функции. Специализированная аудитория для студентов, обучающихся по направлению ландшафтная архитектура, должна будет способствовать более быстрому усвоению информации и получению профессиональных навыков. В связи с этим возникла необходимость в разработке дизайна интерьера, который определит условия для создания учебного оборудования и его дальнейшего использования.

**Ключевые слова.** Учебная аудитория, дизайн, средства обучения, интерьер, ландшафтное проектирование.

**В. А. Выдрина,**  
напр. подготовки «Ландшафтная архитектура», 4 курс  
(Сыктывкарский лесной институт)  
**Т. Г. Пушко,**  
главный архитектор проектного института,  
член союза архитекторов Российской Федерации

## **ДИЗАЙН ИНТЕРЬЕРА АУДИТОРИИ ЛАНДШАФТНОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ**

Учебный кабинет должен представлять собой специальное помещение с рационально размещенным комплектом средств обучения, мебелью, техническими средствами и приспособлениями, обеспечивающими эффективное усвоение материала.

Основа кабинета — это материально-техническая база и оснащение кабинета учебным оборудованием. Материально-техническая база оказывает огромное влияние на эффективность и наглядность обучения, способствует повышению уровня организации труда студентов и преподавателей, позволяет создать необходимые условия для совершенствования преподавания, повышения качества знаний учащихся.

Материально-техническая база создает условия для организации самостоятельной деятельности учащихся, ее основой является учебное оборудование. Любой кабинет должен быть оснащен соответствующей мебелью и приспособлениями. Мебель должна соответствовать санитарно-гигиеническим требованиям. Стены с горизонтальной поверхностью, как правило, должны иметь светлые оттенки, а стулья консольную поверхность с пояснично-подлопаточными спинками, такая форма является наиболее устойчивой. Расстановка столов в кабинетах производится соответственно гигиеническим требованиям: в три ряда на расстоянии не менее 2,5—2,7 м от доски и не более 8 м от последней парты и так, чтобы проходы между рядами были не менее 600 мм.

Главная функция учебного оборудования — обеспечение наглядности обучения. При его использовании на занятиях преподаватель помогает учащимся анализировать содержание учебного материала, наблюдаемого в процессе демонстрации, тем самым студенты развивают свои познавательные способ-

ности и мышление. Также учебное оборудование оказывает большое влияние на совершенствование форм и методов обучения, повышает эффективность преподавания, способствует развитию практических навыков.

Все учебное оборудование можно условно разделить на две группы:

– общее оборудование: мебель, приспособления, технические средства обучения. Они обеспечивают рациональное размещение, хранение средств обучения, условия эффективного проведения и организации учебного процесса;

– специальные средства обучения или учебно-наглядного пособия. Они используются преподавателями и студентами, как средства управления познавательной деятельности и как источник знаний для формирования систематических навыков.

Комплектация кабинета учебным оборудованием в большей мере зависит от направления подготовки, методических приемов, преподавательских и студенческих интересов. Образовательные учреждения должны быть оснащены специализированными аудиториями для повышения профессиональных возможностей студентов.

С сентября 2013 г. в Сыктывкарском лесном институте на кафедре воспроизводство лесных ресурсов открылось новое направление по специальности ландшафтная архитектура. На сегодняшний день возникла необходимость в создании аудитории по этому направлению, которая должна быть оборудована необходимыми средствами для разработки проектов, ведения профильных дисциплин, получения профессиональных и практических навыков. Целью моего проекта является разработка дизайна интерьера аудитории ландшафтного проектирования в Сыктывкарском лесном институте.

Аудитория ландшафтного проектирования должна быть оснащена наглядными пособиями, учебным оборудованием, мебелью и техническими средствами обучения. Она необходима для выполнения различных творческих работ, архитектурных и дизайнерских решений. Габариты кабинета — (9,4 × 5,7) м. Вместимость кабинета 20 студентов.

Особенность интерьера его лаконичность, подчеркнутая строгими простыми формами мебельного наполнения. В композиционном решении прослеживаются гармоничные формы, цвета и фактуры: светлые стены, контрастная мебель и отделка интерактивным оборудованием, стены заполняются яркими смелыми креативными проектами будущих ландшафтных архитекторов.

Аудитория оснащена интерактивной доской и магнитно-маркерным флип-чартом, который необходим для более удобного восприятия учебного материала. В левой части фронтальной стены находится модуль. Он представляет собой стилизованную человеческую фигуру с одной поднятой рукой и с двумя вертикальными пропорциональными шкалами красного и синего цвета. Эту систему пропорций разработал архитектор Ле Корбюзье, она соразмерна масштабам человека и универсально применяется в архитектуре. Модуль необходим обучающимся и преподавателям для работы с пропорциями в натуральную величину, он поможет студентам усвоить базовые архитектурные понятия.

Стены кабинета окрашены в два цвета: основной — бежевый и дополнительный — голубая лазурь. Бежевый цвет имеет свойство заряжать положи-

тельной энергией, что немало важно для учебного процесса, также он способствует формированию душевной гармонии и творческого начала. Сочетание основных цветов позволяет расширить пространство небольшого помещения, делая его светлее в несколько раз, что позволит студентам продуктивно работать на занятиях.

Учебные столы сочетаются с цветом стен и имеют светло-бежевый оттенок. Модель парт имеет стандартную прямоугольную форму, такая конфигурация очень удобна в использовании. Стулья представлены в двух цветах голубой и темно-серый, они расположены в шахматном порядке. Сиденье сочетается с конструкцией стола и соответствует интерьеру кабинета.

Проекты, выполненные студентами, можно будет продемонстрировать в аудитории, для этого предназначены десять информационных планшетов размерами метр на метр, установленных по периметру кабинета. Планшеты станут иллюстративными пособиями, которые необходимы для всех курсов, обучающихся по направлению ландшафтная архитектура.

Проект аудитории предусматривает наличие шкафов светло-серого цвета, два из них идентичны друг другу. Они симметрично расположены по углам кабинета и имеют открытые и закрытые полки для хранения различных учебных пособий и материалов. Также интерьер дополняет шкаф с прозрачной дверью, выполненной из стекла, находится он справа от доски. Его функция будет в хранении необходимого набора чертежных инструментов для выполнения эскизов и проектных решений студентов. Над интерактивной доской расположены открытые стеклянные полки, которые можно использовать для наглядного изображения архитектурных макетов и геометрических фигур.

Аудитория оснащена жалюзи, так как это наиболее функциональный и современный вариант оформления оконных проемов в учебных заведениях. Стильные, удобные и практичные пластиковые или тканевые ламели удачно вписываются в предложенный дизайн кабинета и соответствуют современным требованиям к светозащитным изделиям. Выбранные жалюзи сочетаются с основной цветовой гаммой, которая задает общее стилевое направление.

Система общего освещения обеспечивается потолочными светильниками со светодиодными лампами. В аудитории предусматривается освещение с использованием естественно-белого спектра для наиболее комфортного восприятия учебного материала студентами. Уровень освещенности соответствует нормам для кабинетов технического черчения и рисования он равен 500 люксам, что достигается за счет 12 ламп.

Озеленение внутренней среды помещений является экологически важным мероприятием. Воздушная среда учебных аудиторий зачастую не является комфортной для студентов. Согласно современным представлениям, растения обладают широким спектром полезных для человека свойств, в частности, бактерицидных, противовирусных, фильтрационных и увлажняющих. Поэтому стеклянные полки расположены над интерактивной доской так, чтобы на них можно было разместить комнатные растения. Они сделают кабинет уютным и комфортным, что в свою очередь соответственно отразится на общем состоянии студентов и продуктивности их образовательной деятельности.

Дизайн проект аудитории ландшафтного проектирования предоставит возможность для проведения теоретических и практических занятий по дисциплинам в области организации открытых пространств, дизайна внешней среды, планировании и проектировании. Также она обеспечит студентов необходимым учебным оборудованием и позволит повысить уровень подготовки специалистов в области ландшафтной архитектуры.

#### **Библиографический список**

1. Интерьер, дизайн, архитектура [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <http://www.idh.ru/jornal/farming/article1010.html> (дата обращения: 25.11.2016).
2. Воронова, О. В. Ландшафтный дизайн: шаг за шагом: авторские мастер-классы [Текст] / О. В. Воронова. — Москва : Эксмо, 2011. — 303 с.
3. Калмыкова, Н. В. Дизайн поверхности: композиция, пластика, графика, колористика [Текст] : учеб. пособие / Н. В. Калмыкова, И. А. Максимова. — Москва : Книжный дом университет, 2010. — 153 с.

На примере Республики Коми рассмотрены проблемы, связанные с введением в 2016 г. кадастровой оценки земель и один из путей в их решении.

**Ключевые слова:** земельный участок, кадастровая стоимость, арендная плата.

**И. В. Некрасова,**  
факультет лесного и сельского хозяйства, 4 курс;  
**Г. Г. Романов,**  
кандидат сельскохозяйственных наук,  
доцент кафедры «Воспроизводство лесных ресурсов,  
землеустройство и ландшафтная архитектура»  
(Сыктывкарский лесной институт)

### **ПРОБЛЕМЫ НАЛОГООБЛОЖЕНИЯ И АРЕНДНОЙ ПЛАТЫ В СВЯЗИ С КАДАСТРОВОЙ ОЦЕНКОЙ ЗЕМЕЛЬНЫХ УЧАСТКОВ НА ТЕРРИТОРИИ РЕСПУБЛИКИ КОМИ**

Земельный участок — часть земной поверхности и имеет характеристики, позволяющие определить ее в качестве индивидуально-определенной вещи [1]. Местоположение, границы, площадь, правовой статус и другие характеристики земельного участка отражаются в государственном кадастре недвижимости [2]. На территории Республики Коми функции по организации единой системы государственного кадастрового учета недвижимости, государственной регистрации прав на недвижимое имущество и сделок с ним, а также инфраструктуры пространственных данных осуществляет Управление Федеральной службы государственной регистрации, кадастра и картографии по Республике Коми (Управление Росреестра по Республике Коми).

Одной из характеристик земельного участка является его кадастровая стоимость. Кадастровая стоимость — установленная в процессе государственной кадастровой оценки стоимость объекта недвижимости, определенная методами массовой оценки. При невозможности использовать данные методы, рыночная стоимость определяется индивидуально для каждого конкретного объекта недвижимости в соответствии с законодательством об оценочной деятельности.

Известно, что законопроект о переходе на исчисление налога на имущество физических лиц на основе кадастровой стоимости был принят в 2014 г. Ранее за основу бралась не кадастровая, а инвентаризационная стоимость. Принятые законом поправки в Налоговый кодекс вступили в силу 1 января 2015 г., однако кадастровая стоимость как основа расчета налога пока что используется не во всех регионах. У субъектов федерации есть возможность переходить на новый порядок расчета вплоть до 2020 г. В 2015 г. это сделали 28 субъектов: в 2016 — еще 49. В их число вошла и Республика Коми.

В отличие от инвентаризационной стоимости, которая определялась организациями технической инвентаризации (БТИ), кадастровая стоимость объектов недвижимости формируется на основании кадастровой оценки объектов не-

движимости. В соответствии с законом, осуществляют этот вид деятельности независимые оценщики [3]. Процедура государственной кадастровой оценки земельных участков должна проходить не реже одного раза в пять лет и не чаще одного раза в три года.

В настоящее время кадастровая стоимость земельного участка является одной из важнейших характеристик земли. Это определяется тем, что согласно ст. 389 Налогового кодекса Российской Федерации налоговая база определяется как кадастровая стоимость земельных участков, признаваемых объектами налогообложения.

Как показала практика, зачастую кадастровая стоимость участка определена неправильно, что приводит к возникновению споров о величине налога на землю. Как же узнать, в какую сумму оценили конкретный земельный участок? Оценка земельных участков в Республике Коми последний раз проводилась в 2013 г. Всю необходимую информацию о земельных участках можно найти на Публичной кадастровой карте. Она размещена на официальном сайте Управления Росреестра по Республике Коми. Чтобы узнать данные по конкретному участку, необходимо внести его кадастровый номер в строку поиска. В результате будет предоставлено описание зарегистрированного имущества и его актуальная кадастровая стоимость. Однако здесь возникают вопросы: действительно ли данный земельный участок имеет указанную стоимость, или же она завышена (занижена)? С подобными вопросами столкнулись тысячи жителей Республики Коми. В ряде случаев цена их земельных участков была настолько высока, что сумма налога могла бы стать настоящей долговой ямой для их владельцев.

Почему стала возможной такая ситуация? На наш взгляд, одна из причин в том, что при подготовке к реализации нового закона, кадастровая стоимость земельных участков определялась практически «вслепую». Независимые оценщики изучали объявления о продаже земельных участков в разных регионах. На основании этой информации и рассчитывали кадастровую стоимость. При этом принималось во внимание и целевое назначение земли. Определялась средняя цена квадратного метра и умножалась на площадь оцениваемого объекта. Но мало кто учитывал тот факт, что, зачастую, цена, указанная в договоре купли-продажи земельного участка, значительно отличалась от той, которая была указана в первом объявлении о продаже. Очень часто продавцы делали значительные скидки и снижали цену участка.

При расчете кадастровой стоимости также не учитывались такие важные факторы, как отдаленность земель от крупных населенных пунктов, уровень развития инфраструктуры, транспортная развязка. Данные факторы, как известно, влияют на стоимость земельного участка весьма значительно.

Как результат, оценка земель в Республике Коми была проведена в целом неверно — очень часто стоимость таких объектов недвижимости была завышена. Счетная палата не раз обнаруживала случаи, когда цены на участки, расположенные в одном садовом товариществе, отличались между собой в десятки раз.

Существует три основных способа оспаривания кадастровой стоимости:

- 1) заявление в комиссию;

2) заявление в суд о признании недействительным решения комиссии об удовлетворении заявления об оспаривании кадастровой стоимости;

3) административное исковое заявление об установлении кадастровой стоимости в размере рыночной или/и об исправлении ошибки. Иные способы также не исключаются.

В большинстве случаев обжалование решения комиссии об отклонении заявления об оспаривании кадастровой стоимости не является эффективным способом защиты права. Согласно п. 26 Постановления Пленума Верховного Суда РФ от 30.06.2015 № 28 в резолютивной части решения суд указывает на необходимость устранения допущенных нарушений путем повторного рассмотрения ранее поданного заявления. При этом судом не разрешается вопрос об установлении рыночной стоимости такого объекта (Определение Верховного Суда РФ от 14.10.2015 № — АПГ15-18). Оспаривание кадастровой стоимости производится по нормам того закона, которым была установлена кадастровая стоимость, т. е. либо по нормам ФЗ № 135-ФЗ от 29.07.1998 или ФЗ № 237-ФЗ от 03.07.2016 (см. ч. 7 ст. 24 ФЗ № 237-ФЗ).

Можно попытаться защитить свои права путем подачи заявления в орган кадастрового учета о внесении изменений в ЕГРН применительно к ст. 1 ФЗ от 02.05.2006 № 59-ФЗ «О порядке рассмотрения обращений граждан РФ», ст. 61 ФЗ от 13.07.2015 № 218 (исправление ошибок в ЕГРН). Как правило, основания для обжалования решения органа кадастрового учета об отказе исправить ошибку в ЕГРН будут отсутствовать, так она должна производиться не на основании заявления правообладателя, а решения суда. Пункт 6 ст. 61 ФЗ от 13.07.2015 № 218-ФЗ «О государственной регистрации недвижимости» устанавливает: «В случаях, если существуют основания полагать, что исправление технической ошибки в записях и реестровой ошибки может причинить вред или нарушить законные интересы правообладателей или третьих лиц, которые полагались на соответствующие записи, содержащиеся в ЕГРН, такое исправление производится только по решению суда». См. также Решение ВАС РФ от 28.06.2012 № ВАС-4569/12, пост. Пр. ВАС РФ от 20.10.2010 № 6200/10, от 22.03.2011 № 14765/10, от 15.12.2011 № 12651/11.

Поэтому, в силу вышесказанного, владельцу земельного участка при столкновении с подобными проблемами, логичнее всего обратиться в суд. Дела по спорам, связанным с государственной кадастровой оценкой земельных участков составляют значительную часть практики арбитражных судов. По прогнозам экспертов, 2016 г. будет началом «эры» судебных разбирательств.

Дела, связанные с кадастровой оценкой земельных участков рассматриваются с двух позиций [4]:

1. Практика исходит из того, что в случае установления нарушений положений Методических указаний по государственной кадастровой оценке земель при проведении государственной кадастровой оценки земельного участка, результаты такой оценки должны быть признаны недостоверными.

2. Управление Роснедвижимости не утверждает кадастровую стоимость земельных участков, а лишь вносит сведения об экономических характеристиках земельных участков в государственный земельный кадастр после утвер-

ждения таковых нормативными правовыми актами органов государственной власти и органами местного самоуправления. Основанием для внесения в государственный земельный кадастр сведений о земельном участке является нормативный акт исполнительной власти субъекта Российской Федерации, а источником сведений о конкретных величинах кадастровой стоимости земельных участков — материалы государственной кадастровой оценки земель.

Но проблемы возникают не только с налогообложением, но и арендной платой за пользование земельным участком. Так, например, одним из авторов настоящего сообщения на праве аренды в 2014 г. в с. Лозым Сыктывдинского района Республики Коми был приобретен земельный участок площадью 12 соток. Арендная плата за него составила 3 635 руб. в год. На заявление арендатора о перерасчете стоимости, из компетентных органов был получен ответ, что арендная плата исчисляется исходя из кадастровой стоимости земельного участка, которая по состоянию на 2014 г. составляла около 200 тыс. руб. Истец с данной суммой не согласился, так как тогда как средняя кадастровая стоимость участков в указанном селе составляет 35-40 тыс. руб. В конечном итоге, в результате принятых мер, были произведены перерасчеты кадастровой стоимости описываемого земельного участка с абсурдно высокого до приемлемого уровня. При этом были учтены все факторы, влияющие на его действительную кадастровую стоимость.

Естественно задаться вопросом, почему возникают массовые ошибки при оценке кадастровой стоимости земельных участков? Тому есть много причин. Некоторые из них следующие. Так, согласно ст. 24 ФЗ № 237-ФЗ «О ГКО» решение о дате перехода к проведению ГКО по «новому» принимается высшим исполнительным органом государственной власти субъекта РФ. Невозможность проведения ГКО «по новому» носит временный и технический характер. По «новому» закону оценка производится не независимым оценщиком, а государственным бюджетным учреждением, учредителем которого является госорган субъекта РФ. Учреждения пока еще не созданы. Федеральным законом № 327-ФЗ «О ГКО» (ст. 7, 10) установлены требования к работникам такого учреждения, непосредственно осуществляющим оценку. В частности, необходимо наличие высшего образования и (или) профессиональной переподготовки в областях, перечень которых устанавливается Минэкономразвития РФ. Последним вышеуказанный перечень пока не установлен.

Интерпретируя вышесказанное, можно утверждать, что одной из существенных причин подобного явления является, в том числе, низкая квалификация работников, которые непосредственно производят кадастровую оценку земельных участков. Зачастую это люди, не имеющие соответствующей базовой подготовки по направлению землеустройство и кадастры. Кадастровой оценкой земли должны заниматься профессиональные оценщики, имеющие соответствующее образование и квалификацию.

Понятно, что устранение вышеуказанных и прочих проблем, связанных с кадастровой оценкой земель — длительный процесс и для эффективного их решения необходим системный подход. Один из путей решения подобных проблем является открытие в вузах Республики Коми направления подготовки



землеустройство и кадастры, в учебные планы которых должны быть включены дисциплины с лекционным материалом и практикумами, а также учебной практики по получению профессиональных навыков в освоении методологии оценки недвижимого имущества. Именно этими соображениями руководствовались в Сыктывкарском лесном институте при открытии направления подготовки бакалавриата 21.03.02 «Землеустройство и кадастры», первые выпускники которого получают дипломы Санкт-Петербургского лесотехнического университета в 2017 г.

#### **Библиографический список**

1. О внесении изменений в Земельный кодекс Российской Федерации и отдельные законодательные акты Российской Федерации : федеральный закон ФЗ-171 (с изм. на 29 декабря 2015 г.).
2. О государственном кадастре недвижимости : федеральный закон от 24.07.2007 № 221-ФЗ (ред. от 01.05.2016) (с изм. и доп., вступ. в силу с 07.05.2016).
3. Об оценочной деятельности в Российской Федерации : федеральный закон от 29.07.1998 № 135-ФЗ (ред. от 02.06.2016).
4. Боголюбов, С. А. Земельное право [Текст] : учебник для вузов / С. А. Боголюбов, В. В. Никишин, В. В. Устюкова. — Москва : НОРМА. — 2013. — 20 с.

На основе зарубежного и отечественного опыта рассмотрены новые тенденции в ландшафтной архитектуре. Показано, что новаторские идеи и творческие открытия во всех отраслях и областях знаний непосредственно связанных с проектированием и благоустройством открытых пространств, способны придать новую значимость ландшафтной архитектуре, наполнить ее новым, оригинальным содержанием.

**Ключевые слова:** ландшафтная архитектура, ландшафтное проектирование, экологический подход, биопозитивность.

**Е. И. Паршина,**  
кандидат биологических наук  
(Сыктывкарский лесной институт)

## **ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ЛАНДШАФТНОЙ АРХИТЕКТУРЕ**

Ландшафтная архитектура — это архитектура открытых пространств, в организации которых ведущая роль принадлежит природным элементам и элементам внешнего благоустройства. Спецификой ландшафтной архитектуры является формирование комфортной и эстетической полноценной среды осуществляется преимущественно за счет природных материалов — рельефа, воды, растительности, камней, земли, включая физические, гуманитарные, культурные, социальные, экологические и экономические аспекты. Приобретая в настоящее время новое содержание, ландшафтная архитектура включает в себя садово-парковое строительство, благоустройство и озеленение, усиливается ее роль при решении вопросов градостроительного планирования, социально-экономических и экологических проблем [1; 2].

Актуальными в настоящее время вопросам при формировании объектов ландшафтной архитектуры в настоящее время являются: поддержание функциональных связей природно-антропогенных ландшафтов, повышение санитарно-гигиенического состояния, сохранение существующих озелененных территорий в структуре современных городов и создание новых элементов озеленения в условиях ограниченности территориальных ресурсов населенных мест, обеспечение художественно-эстетического восприятия окружающей среды. В контексте устойчивого развития приоритетными направлениями являются и такие как: снижение потребления ресурсов, совершенствование проектных решений путем использования энергоэффективных технологий, энергосбережение и использование возобновляемых природных источников энергии.

Целью данной работы является освещение наиболее значимых направлений в развитии ландшафтной архитектуры для поиска эффективных подходов к формированию социально-ориентированной ландшафтно-градостроительной городской среды, активизации межкафедрального взаимодействия в научно-исследовательской деятельности студентов и профессорско-преподавательского состава СЛИ.

В настоящее время ландшафтная архитектура рассматривается как искусство создания эстетически ценных антропогенных ландшафтов с учетом их стабильного существования, обеспеченного сочетанием саморегулирования и регулирования человека за счет гармоничного объединения экологичности и экономичности, это материальное воплощение художественно осмысленных отношений в среде, складывающихся в процессе жизнедеятельности людей. Одним из главных критериев комфортности среды обитания в современном городе является общая привлекательность пространства, характеризующаяся выразительным композиционным замыслом, безопасностью, располагающая к отдыху и жизнедеятельности людей; достигающаяся, в том числе, решением комплекса инженерно-технических и экологических задач [1]. Изучение зарубежного и отечественного опыта создания устойчивого, художественно-выразительного зеленого каркаса города показывает, что важным направлением решения существующих проблем в современном городе является экологический подход к проектированию.

Экологический подход направлен на стабилизацию экологической ситуации, сохранение биоразнообразия растительного и животного мира в городе, повышение устойчивости создаваемых ландшафтов, экономичность, ресурсо- и энергосбережение, технологичность при строительстве и обслуживании объектов ландшафтной архитектуры, снижение трудозатрат по уходу за реализованными проектами.

При проектировании новых объектов садово-паркового и ландшафтного искусства важно придерживаться основного принципа — сохранение естественной поверхности земли вместе с почвенным слоем, растительностью и другими компонентами ландшафтов. Примерами такого подхода может быть создание проекта экологически чистого и долговечного сада, существование которого основано на знании ряда природных закономерностей и в первую очередь на использовании экологического и фитоценотического принципах создания древесно-декоративных и декоративно-цветочных композиций.

Современными методами ландшафтной архитектуры можно **минимизировать последствия негативных природных явлений, примерами этого является** создание системы водных (дождевых) садов, которые поглощают излишек воды и дают ей возможность фильтроваться в том месте, где она упала, нормализуя тем самым естественный водный цикл без всяких особых систем транспортировки и водоочистки. Дождевые сады, как часть программы устойчивого развития города, создаются уже около 40 лет и являются ключевым элементом устойчивой системы городского дренажа. Так, в США это направление называется «Экологическое управление ливневыми стоками» (Ecological Stormwater Management — ESM), а также — «Low Impact Design — LID» (технология экологически щадящего подхода к дизайну территории, цель которого — управление городскими ливневыми стоками). В Великобритании аналогичная программа — «Устойчивые дренажные системы» (Sustainable Drainage Systems SuDS), в Австралии — «Water Sensitive Urban Design — WSUD». В России имеются примеры создания дождевых садов — в пригороде Санкт-Петербурга Новое Девяткино реализованы проекты по LID-технологии — дождевых садов

и альтернативных луговых газонов в парках. Дождевой сад как элемент зелёной инфраструктуры представляет собой пониженную область в ландшафте, где собирается дождевая вода с крыши, с дороги или улицы, и позволяет воде впитаться в землю. С использованием посадок трав и цветущих многолетников, дождевые сады могут стать экономически эффективным и красивым способом уменьшения поверхностных стоков в жилых кварталах. Дождевые сады должны быть расположены рядом с источником поверхностного стока, для того чтобы задержать воду перед непосредственным попаданием в канализационную систему, отфильтровать загрязняющие вещества из стоков, и кроме того создать убежище и дать пищу насекомым, певчим птицам и другим диким животным. Более сложные дождевые сады с дренажными системами и улучшенными почвами часто называют биоплато. Сад должен быть расположен рядом с источником поверхностного стока, подъездная дорога или водоотливной насос для захвата дождевых стоков и остановить воду от достижения канализационной системы. Установив дождевой сад даже на небольшом частном участке можно внести свой вклад в сохранение чистой дождевой воды, создав среду обитания и предотвращая наводнения и загрязнение воды [3; 4].

Использование возможностей современного научно-технического прогресса в ландшафтной архитектуре позволяют обеспечить биопозитивность архитектурных объектов и материалов. При этом под биопозитивностью объектов понимается создание возможности существования на поверхности зданий и сооружений растений и представителей животного мира. При изготовлении биопозитивных материалов используются возобновимые ресурсы, они поддаются саморазложению после выполнения функций без загрязнения среды; как частично биопозитивные можно рассматривать полностью рециклируемые материалы, изготовленные из широко представленного в земной коре полезного ископаемого (алюминий, кремний). Из биопозитивных материалов в соответствии с природными принципами (законами естественного формо- и структурообразования) конструирования изготавливаются биопозитивные конструкции [5; 6].

Перспективным направлением в обеспечении биопозитивности зданий, создании малых архитектурных форм, различных конструкций и сооружений при проектировании объектов ландшафтной архитектуры является возврат к природным материалам, таким, как естественные красители, древесина, пробка, камень.

Одним из главных условий биопозитивности зданий и сооружений является создание возможности существования и роста растений, закрепленных на вертикальных, горизонтальных и наклонных поверхностях, к таким методам относятся [7]:

- создание биопозитивных цокольных зон зданий (озеленение конструкции отмолок, цоколей, выполнение фитоэкранирующих покрытий стен и др.);
- вертикальное озеленение стен при помощи сооружения террас и веранд, создание ампельных покрытий и навесных устройств для озеленения фасадов;
- устройство зимних садов внутри зданий и создание для них фитомансардных этажей;

– озеленение как можно большего количества свободных участков территории и искусственных надземных территорий, создаваемых с помощью подземного пространства;

– использование эксплуатируемых кровель как зоны рекреации путём озеленения крыш.

Поиск новых средств архитектурно-художественной выразительности объектов связан с формообразованием ландшафтного объекта. К направлениям, обеспечивающим новые композиционные и художественные решения, следует отнести [8; 9]:

– возвращение к традициям прошлых эпох;

– создание новых типов объектов садово-паркового искусства, разработка озелененных территорий специального назначения (создание выставочных, спортивных комплексов, мемориальных, аквапарков, тематических садов и парков; сады-экспозиции и инсталляции, развитие «теории аттракциона», «эффект отражения» и др.);

– сохранение и максимальное выявление художественных свойств растительных композиций;

– оснащение пространственной среды художественными компонентами дизайнерского характера (малые архитектурные формы, скульптурная пластика, «зеленая скульптура» и др.);

– применением новых и использованием возможностей традиционных материалов и ландшафтного освещения: геопластики, стекла, кортена, бетона, ракушечника, гравия, щебня, кирпича, цветной мульчи (это древесный материал из отходов древесины хвойных или лиственных пород определенного размера, окрашенный в разные цвета органическими, безвредными красителями. Кроме декоративной функции отсыпка из древесной мульчи выполняет роль удобрения, так как со временем разлагается и становится углеродсодержащей массой). Светильники нового поколения, светящаяся тротуарная плитка со встроенными светодиодами или с использованием светонакопительных материалов (люминофоров), обеспечивают не только освещение в темное время суток, но и создают невероятные световые эффекты, обеспечивая и подчеркивая красоту воплощенного проекта.

Сохранению и увеличению биоразнообразия растительного и животного мира в условиях города способствует использование многолетних травянистых культур, применении в цветочно-декоративном оформлении как местных растений так и видовых форм аборигенных растений, применение естественного севооборота. При отборе ассортимента важными критериями должны стать такие, как соответствие местным климатическим условиям; устойчивость к болезням и вредителям; стабильная декоративность; устойчивости к антропогенным факторам; долговечность.

Ландшафтное проектирование на «неудобных» землях, рекультивация нарушенных ландшафтов, таких как бывшие промышленные площадки, карьеры по добыче полезных ископаемых, пустырей, свалок, ландшафтное освоение транспортных пространств и др. представляют собой важный резерв для формирования рекреационных территорий. Примерами таких проектов являются:

ландшафтный парк «Дуйсбург-Норд» (Германия), реконструкция железнодорожной эстакады в оживленном районе Нью-Йорка — Манхеттене, проект подземного паркинга в пространстве жилого двора в г. Волгограде, проект реконструкции цеха Волгоградского тракторного завода под торгово-развлекательный комплекс «Диамант» с формированием садово-паркового комплекса в бывшей санитарно-защитной зоне, проект Нового бульвара High line в Нью-Йорке и др. [10; 11].

Увеличивающаяся роль ландшафтной архитектуры в пространственном, социальном, экономическом и экологическом развитии городов определяет необходимость развития новых идей, преобразования полученных знаний и опыта по обновлению, преобразованию окружающей среды, комфортной для проживания человека. Для этого необходим новый подход, новые средства и методы, новые материалы и технологии, новаторские идеи и творческие открытия во всех смежных отраслях и областях знаний непосредственно связанных с проектированием и благоустройством открытых пространств.

#### Библиографический список

1. Проблемы типологии и композиции в ландшафтной архитектуре второй половины XX — начала XXI вв. (зарубежный опыт) [Текст] : автореф. дис. ... канд. архитектуры : 05.23.20 / Н. А. Унагаева. — М., 2011. — 23 с.
2. Киншт, А.В. Ландшафтная архитектура, проблемы терминологии [Текст] // Ползуновский вестн. — 2013. — № 4—1. — С. 97—101.
3. Зеленый город : сайт о зеленых технологиях в архитектуре [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <http://green-city.su> (дата обращения: 18.02.2017).
4. Михайлова, С. Дождевые сады как элемент системы устойчивого развития города [Электронный ресурс] / С. Михайлова, М. Бродач // Здания высоких технологий. — 2016. — Вып. 4. — Режим доступа: <http://zvt.abok.ru> (дата обращения: 10.02.2017).
5. Саяпина, Д. Г. Озеленение городов: биопозитивность зданий и сооружений [Текст] / Д. Г. Саяпина, Е. Б. Коробий // Новые идеи нового века : матер. IV Междун. науч. конф. — Хабаровск : Изд-во Тихоокеан. гос. ун-та. — Т. 3, 2014. — С. 171—177.
6. Региональная программа «Лидеры в области окружающей среды и развития» [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <http://www.leadnet.ru> (дата обращения: 10.02.2017).
7. Колесникова, Т. Н. Биопозитивные здания и архофитомелиорация как неотъемлемые составляющие архитектуры мегаполисов [Текст] / Т. Н. Колесникова, Е. В. Котова // Строительство и реконструкция. — 2013. — № 3. — С. 39—45.
8. Пойдина, Т. В. Городская среда и садово-парковое устройство в контексте современных тенденций ландшафтного творчества [Текст] / Т. В. Пойдина // Мир науки, культуры, образования. — 2008. — № 5. — С. 153—155.
9. Курбатова, А. С. Создание устойчивой системы зеленых насаждений в городе: ландшафтные, инженерные, агротехнические приемы [Текст] / А. С. Курбатова, С. И. Грибова. — Москва ; Смоленск, 2006. — 151 с.
10. Ландшафтный парк «Дуйсбург-Норд» (Landschaftspark Duisburg-Nord) [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <http://www.landschaftspark.de> (дата обращения: 10.02.2017).
11. Нижегородская областная общественная организация ландшафтных архитекторов, ОЛА [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <http://alairnn.ru> (дата обращения: 10.02.2017).

На основе литературных сведений и опыта работы в подсочном производстве рассмотрен ассортимент инструментов и оборудования в технологическом процессе заготовки живицы сосны обыкновенной и даны рекомендации по их производству и использованию в лесах Республики Коми.

**Ключевые слова:** сосна обыкновенная, живица, технология, инструменты и оборудование.

**Г. Г. Романов,**  
кандидат сельскохозяйственных наук  
(Сыктывкарский лесной институт)

## **ИНСТРУМЕНТЫ И ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ ПОДСОЧКИ СОСНЫ В УСЛОВИЯХ РЕСПУБЛИКИ КОМИ**

Под подсочкой леса понимают регулярные нанесения поранений на стволы деревьев с целью получения продуктов их жизнедеятельности. Это довольно древний вид лесного промысла — например, в древней Греции он был известен более 3000 лет назад. В те времена подсачивали фисташковое дерево для получения из ее смолы ароматических масел и так называемого кипрского терпентина. Последний использовался для просмоления судов и бальзамирования трупов. Впоследствии кипрский терпентин был вытеснен терпентином из хвойных пород, в основном различных видов сосен, а продукты переработки живицы нашли применение в десятках видов производств.

В Европе промышленная подсочка также известна достаточно давно. По имеющимся сведениям [1], в начале XIV века подсочка сосен проводилась в Испании, Португалии и Франции, а в XVII веке появилась в Северной Америке. В настоящее время терпентин, или живица, добывается во всех странах, имеющих эксплуатационные запасы сосновых насаждений, кроме Канады и стран Скандинавского полуострова.

В России, несмотря на острую потребность промышленности в продуктах переработки живицы, подсочка сосновых насаждений в силу ряда причин была организована довольно поздно, а именно в 1925 г., по решению Президиума Высшего Совета Народного Хозяйства (ВСНХ) под председательством Ф. Э. Дзержинского. Тогда практическое осуществление работ по заготовке живицы возложили на вновь созданный трест «Русская смола», позднее преобразованный в трест «Лесохим». Уже через год были получены первые 413 т сосновой живицы, а к 1932 г. наша страна перестала закупать за рубежом канифоль и скипидар и начала экспортировать продукты переработки сосновой живицы на мировой рынок [1]. Динамика развития подсочного производства в Советском союзе и в мире показана в таблице.

Заготовка живицы, тыс. т. в год в период с 1939 по 1978 г.

Страна	Год			
	1939	1955	1962	1978
США	370	156	161	15
Франция	100	80	66	4
СССР	61	126	164	151
Португалия	40	72	105	96
Испания	40	46	60	18
Мексика	32	42	55	57
Греция	31	40	36	19
Польша	5	18	22	18
Индия	4	17	22	60
Китай	—	100	103	250

Из приведенных данных таблицы обращает внимание эффективность развития в СССР вновь созданной отрасли производства, которая в кратчайшие сроки позволила выйти нашей стране в лидеры по добыче живицы, а затем занять второе место в мире. И это при том, что смолопродуктивность сосны обыкновенной, которую подсачивают в нашей стране, в несколько раз ниже, чем у сосен, вовлеченных в подсочку в Западной Европе, Китае и Северной Америке (сосна австрийская, сосна Массона и сосна кубинская соответственно и др.). Подобный успех можно объяснить тем, что подсочка хвойных в нашей стране велась на строго научной основе.

О масштабах производства и потребности в продуктах переработки сосновой живицы в советское время можно судить поданным Г. Д. Атаманчукова [2]. Так, в 1966 г. выпуск канифоли и канифольных продуктов по плану составил 195 тыс. т и скипидара 45 900 т при потребности в канифоли по СССР 233 500 т и в скипидаре 66 400 т. Поэтому в то время был поставлен вопрос о необходимости наращивания мощности действующих и строительстве новых канифольно-скипидарных предприятий, так как к 1970 г. потребность в канифоли, по сравнению с прежним уровнем производства, должна была возрасти в 1,5 раза.

Однако с середины 90-х годов, с развалом Советского Союза, а позднее с принятием нового Лесного кодекса РФ, сбор сосновой живицы в нашей стране снизился со 150 тыс. т до 10—15 тыс. т в год и продолжает снижаться далее. В большинстве субъектов Российской Федерации он полностью прекратил свое существование, в том числе и в Республике Коми 1 января 1996 г. [3]. В то же время потребность в живице и продуктах ее переработки во всем мире и у нас в стране продолжают нарастать. В итоге Россия, еще недавно мировой экспортер терпентина и продуктов его переработки, попала в полную импортную зависимость от стран Евросоюза, Китая и США, закупая ежегодно только канифоль в этих странах в объеме не менее 50 тыс. т на сотни миллионов долларов.

Известно, что в условиях введения против нашей страны санкций и с целью снижения зависимости от импортных товаров, Правительство РФ начало реализацию программы импортозамещения, в которую включилась и наша республика. Министерство промышленности, природных ресурсов, энергетики и



транспорта Республики Коми в форме госконтракта поручило Сыктывкарскому лесному институту подготовить аналитическую справку о направлениях работы по импортозамещению в лесной отрасли, в том числе и по подсочке сосновых насаждений для сбора живицы.

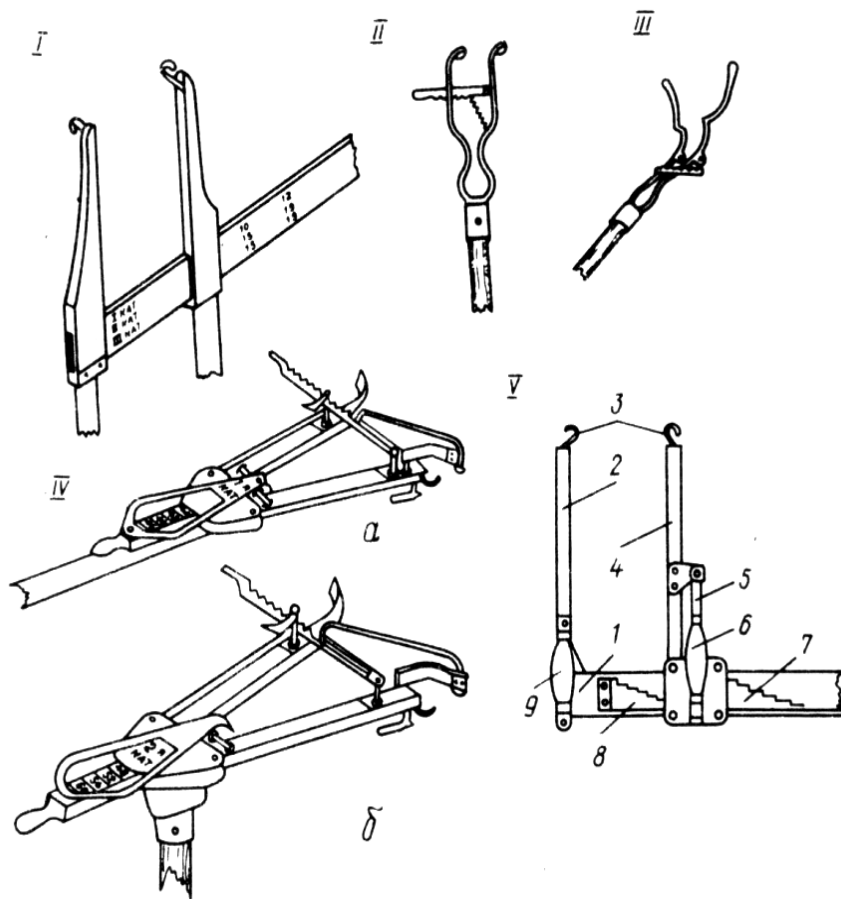
Здесь уместно отметить тот факт, что сырьевая база подсочки в Республике Коми в последние годы значительно возросла. Это связано с изменениями в документах, регламентирующих подсочку хвойных пород. Согласно прежним Правилам подсочки в лесах Российской Федерации [4], северная граница обязательной подсочки сосны проходила по 62 параллели, выше которой заготовка живицы считалась нерентабельной. В соответствии с ними, площадь под сосновыми насаждениями в Коми, пригодными для подсочки, составляла 57,5 тыс. га [5]. С утверждением новых Правил заготовки живицы 2012 г. [6], северная граница, так же как и термин «обязательная подсочка», ушли в прошлое. Соответственно, площадь сосняков и смешанных лесов с участием сосны, пригодных для подсочки в Республике Коми, значительно возросла. По данным Лесного плана Республики Коми, за 2008 г. площади сосновых насаждений превышают 400 тыс. га [3].

В связи с вышеизложенным основная задача данного сообщения — рассмотрение ассортимента инструментов, используемых в технологии заготовки живицы, и рекомендация лучших из них для подсочного производства в условиях Республики Коми.

Известно, что весь технологический процесс подсочки сосны с целью добычи живицы подразделяется на три вида работ: подготовительные, производственные и заключительные, первые два вида которых обеспечиваются соответствующим инструментами и оборудованием.

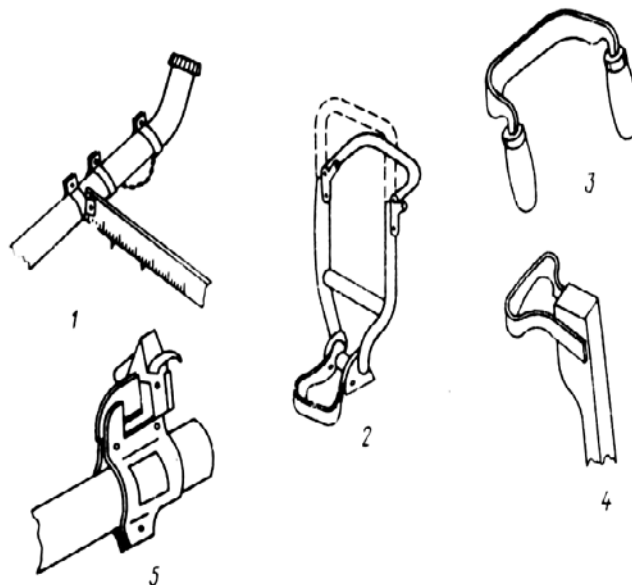
Подготовительные работы насчитывают пять рабочих операций: разметка карр на стволе дерева, их подрумянивание, оконтуровка карр, проводка направляющих желобков и установка под карой приемников живицы. Для их выполнения используют соответствующие инструменты: разметчики карр, струги, оконтуровщик карр, желобковый хак, специальные стамески и деревянные киянки. Из этих инструментов особенно многовариантны разметчики карр, представленные на рис. 1, предназначенные как для низко-, так и высокорасположенных карр. Из представленных инструментов более всего представляет интерес разметчик карр К. С. Ветрова. Обосновывается данный выбор тем, что в Коми подсочка велась по второй категории, по краткосрочной схеме, в которой высоко расположенные кары не предусмотрены. К тому же конструктивно он, пожалуй, наиболее прост.

Остальной ассортимент инструментов не претерпел существенных изменений с момента их внедрения в подсочку, поэтому они могут безвариантно быть рекомендованы в производство: оконтуровщик карр, двуручный струг, желобковый хак (рис. 2), стамеска Вольхина (рис. 3) и деревянная киянка.



**Рис. 1.** Разметчики карр:

I — разметчик К. С. Ветрова; II — разметчик И. Крастиня; III — разметчик Э. Романиса; IV — разметчик ПРК-1; а — монтаж инструмента для разметки карр в нижней части ствола, б — монтаж инструмента для разметки карр выше 2 м; в — разметчик марки 1РА [7]



**Рис. 2.** Инструменты для подготовительных работ на подсочке сосны обыкновенной [7]:

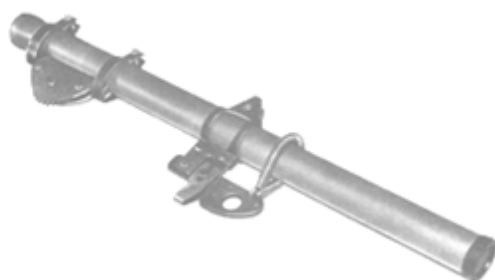
1 — оконтуровщик карр; 2 — струг В. В. Смирнова; 3 — двуручный струг для низко расположенных карр; 4 — одноручный струг для высоко расположенных карр, 5 — желобковый хак



**Рис. 3.** Стамески для установки приемников способом в «щап»

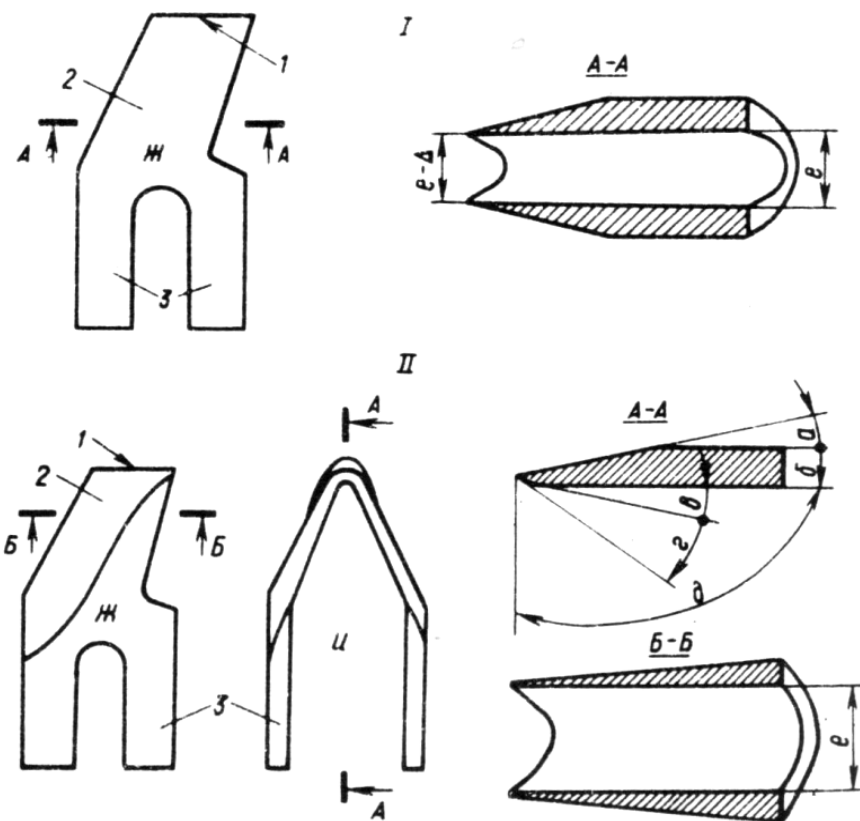
Следующие после подготовительных работ — производственные работы на подсочке — включают в себя *вздымку* (так называют процесс систематического нанесения подновок или поранений на карру), *сбор живицы, ее затаривание в бочки и транспортировку* на канифольно-терпентинные заводы.

Основной инструмент для проведения производственных работ — это хак (слово «хак» португальского происхождения, обозначающее «кирка» или «мотыга»). Именно им наносят подновки на кары. Современные хаки существенно отличаются от прежних и менее всего напоминают мотыги. Они бывают разных конструкций, в зависимости от того, какой стимулятор используется в подсочке сосны: неагрессивный, в виде, например, кормовых дрожжей или агрессивный — в виде соляной или серной кислот. Наиболее эффективным стимулятором является серная кислота, поэтому она широко использовалась на подсочке в лесах Республики Коми в чистом виде и в загущенном состоянии. Из многочисленных модификаций этой группы химических хаков (химхаков) наибольший интерес представляет разработанный в 1965 г. химхак конструкции ЦНИЛХИ. Это один из самых простых и совершенных хаков с колесиковым зубчатым дозатором. Именно он и может быть рекомендован для изготовления и дальнейшего использования в лесу (рис. 4).



**Рис. 4.** Химический хак конструкции ЦНИЛХИ

Основная конструктивная часть любого хака — резец. В современных хаках используются только петлевидные резцы, такой резец показан на рис. 5.



**Рис. 5.** Резцы для химических хаков:

I — серийный, II — модернизированный; 1 — подошва резца, 2 — щечки, 3 — ножки,  $a$  — величина наружной фаски подошвы резца;  $b$  — толщина щечек резца;  $c$  — величина угла внутренней фаски подошвы;  $d$  —  $90^\circ + \nu$ ;  $e$  ( $e - \Delta$ ) — раструбность резца;  $ж$  — вид сбоку;  $и$  — вид спереди [7]

Петлевидные резцы — это результат модификации так называемых серийных резцов (показан на слайде сверху), которые изготовляли из инструментальной стали марки У7А и У8А трех типов.

Для снижения усилия резания в петлевидных резцах предельно уменьшена внутренняя фаска, отсутствует раструбность, уменьшена толщина и ширина щечек резца. Такая модернизация позволила снизить усилие резца в зоне оптимальных углов резания на 20—25 %; с 1986 г. такие резцы выпускались серийно. Их и следует принять на вооружение при восстановлении подсочки сосны в лесах Республики Коми.

Из оборудования обращают на себя приемники живицы. Они изготавливались из различных материалов и имели разную емкость. Самыми распространенными приемниками были конические приемники марки 1-ПБ, изготовленные из жести, вместимостью 600 и 800 мл. Однако при использовании агрессивных стимуляторов они имели существенный недостаток — засорение живицы железосодержащими соединениями, образующимися при взаимодействии серной кислоты с материалом приемника (железо), что снижало качество канифоли, получаемой из живицы.

Для устранения этого недостатка были предложены полиэтиленовые конические приемники живицы Борисовского завода пластмасс (Белоруссия) и объединения «Союзхимлес». Срок службы их был в 1,5—2 раза больше, чем приемников из железа. Преимуществом их было и то, что разные партии приемников выпускались различной цветовой окраски (белой, красной, зеленой и т. п.). Разный цвет приемников использовался для того, чтобы сборщики живицы различали свой участок от смежного. Эти приемники и можно рекомендовать в подсочку как лучшие.

Ну и, в заключение, коротко об инструменте сборщика живицы — *сборочной лопатке*.

Конструктивно она состоит из ножа, лезвие которого представляет собой вытянутую треугольную пластинку, заостренную на одном конце, а на противоположном — насаженную на деревянную рукоятку. Сборочная лопатка может быть с крючковым барраскитом (для очистки желобков от барраса) на конце ручки конструкции ЦНИЛХИ.

Известна сборочная лопатка новой модификации. Отличительными ее особенностями являются увеличение размера ножа, наличие на плоскости ножа отверстий для слива воды при выборе живицы из приемников и заточка лезвия ножа в одной плоскости. Разработчики лопатки из КирНИЛП утверждают, что эти особенности позволяют повысить производительность труда на сборе живицы на 2—4 %.

Оба ножа можно рекомендовать к использованию на подсочке сосны в наших условиях, а там практика покажет, какой из них останется в производстве.

Таким образом, пройдя по всей технологической цепочке, нами были критически рассмотрены ассортимент и конструктивные особенности инструментов для подсочки сосны и рекомендованы лучшие из них для условий Республики Коми. Инструментов не так много, конструктивно они достаточно просты и вряд ли будут дороги в изготовлении.

#### **Библиографический список**

1. Егоренков, М. А. Подсочка леса [Текст] : учеб. пособие для лесохоз. спец вузов / М. А. Егоренков, Ф. А. Медников. — Минск : Вышэйша школа, 1983. — 288 с.
2. Атаманчуков, Г. Д. Живица и применение продуктов ее переработки [Текст] / Г. Д. Атаманчуков. — Москва : Лесн. пром-сть, 1968. — 31 с.
3. Лесной план Республики Коми [Текст]. — Сыктывкар, 2008. — 332 с.
4. Правила подсочки в лесах Российской Федерации : утв. Приказом Федеральной службы лесного хозяйства России от 29 декабря 1993 г. № 347.
5. Лесное хозяйство и лесные ресурсы Республики Коми [Текст] / под ред. Г. М. Козубова, А. И. Таскаева. — Москва : Дизайн. Информация. Картография, 2000. — 512 с.
6. Об утверждении Правил заготовки живицы : Приказ Федерального агентства лесного хозяйства от 24 января 2012 г. № 23 г. Москва.
7. Подсочка и побочное пользование лесом [Текст] : учеб. пособие для вузов / А. В. Грязькин, А. М. Евдокимов, М. А. Егоренков [и др.]. — Москва : Экология, 1993. — 304 с.

Рассмотрены некоторые результаты интродукции видов рода *Sorbus* L. при интродукции в средней подзоне тайги Республики Коми, а также возможность использования их в ландшафтном дизайне в северном регионе.

**Ключевые слова:** интродукция, виды рода *Sorbus*, ландшафтный дизайн, средняя подзона тайги Республики Коми.

**О. В. Скροцкая,**  
кандидат биологических наук  
(Институт биологии Коми НЦ УрО РАН)

## ИНТРОДУКЦИЯ ВИДОВ РОДА *SORBUS* L. НА СЕВЕРЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ ИХ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ В ЛАНДШАФТНОМ ДИЗАЙНЕ <sup>6</sup>

Обогащение культурной флоры Севера новыми декоративными древесными растениями весьма актуально. Ботанический сад Института биологии Коми НЦ УрО РАН, начиная с 1946 г., привлекает новые виды древесных растений и проводит изучение их адаптационных возможностей с целью дальнейшего выделения наиболее устойчивых образцов разных видов к условиям северного региона. В дендрарии Ботанического сада за 70-летний период собрана коллекция декоративных древесных растений, относящаяся к 95 родам 40 семейств (около 700 таксонов).

Одним из родовых комплексов коллекции с наибольшим числом таксонов является род *Sorbus* L. (Рябина). В настоящее время коллекция рябины насчитывает 19 видов и более 40 образцов растений от пяти до девятилетнего возраста, выращенных из семян, полученных по делектусам из различных ботанических садов России и зарубежья. Наряду с этим в дендрарии сохраняются образцы *S. sambucifolia* (Cham. et Schlecht.) (р. бузинолистная), привлеченные из Хабаровска (1955 г.) и Владивостока (1981 г.), образец *S. sibirica* Hedl. (р. сибирская) из Барнаула (1978 г.) и образец *S. americana* Marsh. (р. американская) неизвестного происхождения.

Многие виды рябины, а также ее культурные формы обладают высокой зимостойкостью, поэтому И.В. Мичурин рекомендовал привлекать их в практику селекционной работы с целью выведения устойчивых сортов семечковых для северных районов [5]. К тому же растения этого рода отличаются полиморфизмом, что также говорит о возможности отбора наиболее адаптированных форм для культивирования их в средней подзоне тайги Республики Коми.

Введение в культуру новых полезных растений, оценка их интродукционной устойчивости, отбор перспективных видов, образцов, форм возможен только при всестороннем изучении растений в новых природно-климатических ус-

---

<sup>6</sup> Работа выполнена в рамках государственного задания по теме «Некоторые аспекты репродуктивной биологии ресурсных видов растений в культуре на Европейском Северо-Востоке России» № 115012860039.

ловиях. Интродукционное изучение видов рябины начато в 2004 г. Были исследованы фенологические особенности растений, находящихся в генеративном периоде развития. В результате анализа показателя фенологической атипичности (по Г. Н. Зайцеву [3]) установлено, что потребности своего сезонного цикла роста и развития реализуют *S. sibirica*, *S. sambucifolia*, а также вид рябины, находящийся в нижней половине области нормы, — *S. americana*. Для таких видов как *S. mougeottii* Soy.-Willem. et Codr. (р. Мужо) и *S. austriaca* Hedl. (р. австрийская) продолжительность вегетационного периода и климатические условия района интродукции недостаточны для прохождения нормального цикла развития. Они почти ежегодно обмерзают, но в некоторые вегетационные сезоны с более благоприятными метеорологическими условиями успешно плодоносят и образуют фертильные семена. Поэтому необходимо испытывать другие образцы *S. mougeottii* и *S. austriaca* и выращивать растения местной репродукции этих видов.

Также в течение нескольких лет проводились сравнительные фенологические и онтогенетические исследования на начальных этапах развития следующих видов и образцов р. *Sorbus* разного географического происхождения: секция *Micromeles* — *S. alnifolia* (Siebold & Zucc.) C. Koch — р. ольхолистная (Таллин); секция *Lobatae*: *S. mougeottii* (Таллин, Дрезден, местная репродукция), *S. x hybrida* L. — р. гибридная (местн. репрод.), *S. austriaca* (Чехия, местн. репрод.); секция *Sorbus*: *S. discolor* (Maxim.) Hedl. — р. разноцветная (Чехия), *S. sambucifolia* (местн. репрод.), *S. sibirica* (местн. репрод.), *S. americana* (местн. репрод.), *S. aucuparia* L. — р. обыкновенная (местн. репрод.), *S. amurensis* Koehne — р. амурская (Таллин), *S. commixta* Hedl. — р. смешанная (Дрезден, Таллин) и др. Выявлено, что на начальных этапах развития в условиях Севера растения изучаемых видов отличались высокой зимостойкостью, прослеживалось определенное влияние биологических особенностей интродуцентов, их географического происхождения, погодных условий вегетационных периодов на прохождение разных фаз развития.

Вместе с тем, необходимо отметить декоративные качества изучаемых видов рода *Sorbus*. Эти растения являются великолепным украшением садов, парков, улиц, хороши в одиночных, групповых посадках, для живой изгороди. К роду *Sorbus* относится около 100 видов и множество гибридных форм. Среди этого разнообразия есть невысокие деревья (10—25 м) и крупные кустарники.

Один из показателей декоративности растений — размеры и строение листьев. По строению листьев виды рябины делятся на две группы [4]: первая — растения с непарноперистыми листьями и ажурной кроной, вторая — с простыми цельными или лопастными листьями, образующими довольно плотную крону. Всем видам рябины со сложными листьями в исследованиях Р. Г. Абдуллиной и Н. А. Рязановой [1] присвоен максимальный балл декоративности.

Цветки рябин обоеполые, некрупные, с лепестками белой, светло-желтой или розовой окраски [2], в крупных сложных конечных щитках, со слабым специфическим запахом. Так, в условиях интродукции в Республике Коми особенно привлекательны крупные соцветия диаметром до 16 см у *S. americana* и *S. sibirica*.

Плоды рябины двух-, пятигнездные, яблокообразные, шаро- или грушевидные. В конце вегетационного сезона они окрашиваются в красно-желтые (*S. boissieri* C. K. Schneid. — р. Буассье), коричневые (*S. torminalis* (L.) Crantz. — р. глоговина), синеватые (*S. velutina* (Albov) Schneid. — р. бархатистая, *S. graeca* (Spach) Hedl. — р. греческая и др.) [2], оранжево-красные (*S. sambucifolia*) тона.

Все рябины отлично сочетаются в посадках с другими древесными растениями и могут служить фоном для травянистых многолетников.

Таким образом, изучение биологических особенностей разных видов рода *Sorbus*, отличающихся хорошей зимостойкостью, устойчивостью в культуре и обладающих высокими декоративными качествами может позволить расширить ассортимент древесных растений для применения их в ландшафтном дизайне городов и населенных мест Республики Коми.

#### Библиографический список

1. Абдуллина, Р. Г. Методика оценки декоративности видов и сортов рода *Sorbus* L. [Текст] / Р. Г. Абдуллина, Н. А. Рязанова // Изв. Самар. науч. центра РАН. — 2015. — Т. 17, № 4. — С. 240—244.
2. Деревья и кустарники СССР [Текст] / колл. авт. под ред. С. Я. Соколова. — Москва ; Ленинград, 1954. — Т. III. — С. 53—71.
3. Зайцев, Г. Н. Фенология древесных растений [Текст] / Г. Н. Зайцев. — Москва, 1981. — 120 с.
4. Петрова, И. П. Рябина. Итоги интродукции в Москве [Текст] / И. П. Петрова, Н. А. Бородина. — Москва, 1992. — 118 с.
5. Поплавская, Т. К. Селекция и внедрение новых сортов рябины в садоводство России [Текст] / Т. К. Поплавская. — Пермь, 2006. — 152 с.



На основании проведенного обследования МО ГО «Сыктывкар» установлены территории высокой природоохранной ценности. В данных ландшафтах проведена оценка структуры энтомофауны. Выявлены редкие виды насекомых различных функционально биocenотических групп. Обоснована целесообразность их включения при анализе природной среды и использования в качестве индикаторов сохранности экосистемы.

**Ключевые слова:** урболесные природоохранные территории, редкие насекомые.

**Е. В. Юркина,**  
доктор биологических наук, доцент  
(Сыктывкарский лесной институт)

## **ТЕРРИТОРИИ ВЫСОКОЙ ПРИРОДООХРАННОЙ ЦЕННОСТИ Г. СЫКТЫВКАРА КАК МЕСТО СОХРАНЕНИЯ РЕДКИХ ВИДОВ НАСЕКОМЫХ**

Экологические проблемы городов станут менее острыми при условии создания там региональных особо охраняемых природных территорий (ООПТ). На данное время направление по их формированию в условиях крупных северных городов не развито. Вектором в основе их выделения могла бы стать шкала ценности городских ландшафтов, в которую необходимо отдельной частью включать информацию по экологической структуре энтомофауны и редких их представителей.

Для выявления сохраненных территорий в 2012—2016 гг. были обследованы урболесные земли МО ГО «Сыктывкар». Согласно предложенной ранее классификации [2], из пяти категорий экосистем (малонарушенные, нарушенные незначительно, средненарушенные, нарушенные, сильнонарушенные) в данном исследовании рассмотрены первые три группы. Это ООПТ, городские леса, зеленые рекреационные зоны, городские парки. На данных территориях были заложены постоянные пробные площади (ППП). Их подбор проводился на основании установления сохранности флористического и фаунистического комплексов. В соответствии с целями работы детально оценивался энтомоценоз.

Из-за плохого состояния ни один из двух городских парков г. Сыктывкара не был предложен для включения в формируемый список. К первой группе малонарушенных экосистем отнесен заказник «Белоборский», расположенный в пригородах Сыктывкара. Это единственный лесной массив, принадлежащий МО ГО «Сыктывкар», имеющий официальный статус ООПТ. Создан в 1978 г. в качестве регионального комплексного заказника. Общая площадь — 9000,0 га. В заказнике сохраняется природный комплекс средней тайги, включая животный и растительный мир среднего течения р. Вычегды и острова Нидзъяс. На борových террасах распространены приспевающие и спелые сосновые леса лишайникового и зеленомошного типов. К понижениям рельефа и долинам ручьев приурочены березово-сосновые насаждения травяного типа. Соотношение экологических условий в имеющихся средах жизни: водной, почвенной и на-

земно-воздушной благоприятны для биоты. Биологическое разнообразие соответствует зональному.

Территории, *нарушенные незначительно*, находятся в зоне минимального экологического риска и невысоких антропогенных нагрузок. Хотя статус ООПТ у подобранных ландшафтов отсутствует, в целом экологическая обстановка благоприятная. *Ко второй группе* отнесены городские леса Сыктывкара. Они причислены Лесным кодексом к защитным лесам (ст. 102), а, следовательно, относятся к категории особо охраняемых земель. Это, прежде всего спортивный лес «Динамо». Данные земли обладают высокой рекреационной ценностью, т. к. принадлежат к числу наиболее крупных сохранных лесных территорий, примыкающих к городу. Преобладающими по площади насаждениями являются хвойные. Здесь произрастают сосна, ель, пихта, береза, черемуха, рябина, осина и др. Из кустарниковых пород наибольшее распространение имеют виды ив. Обыкновенны пищевые, лекарственные (брусника, черника, голубика, земляника, иван-чай), рудеральные, лекарственные (пырей, хвощ полевой, подорожник, крапива двудомная), травянистые в том числе ядовитые (василек шероховатый, лютик едкий). На данной территории как нигде в других местах большое количество муравейников. К данной группе нами отнесён изумительный участок сохранных хвойного леса «Красная гора», перспективный в качестве заказника. К сожалению, территория обезображена несанкционированными свалками и мусором.

Сюда также включен уникальный городской объект — ботанический сад Коми государственного педагогического института, заложенный в 1935 г. В соответствии с Федеральным законом РФ ФЗ-33 от 15.02.1995 г. «Об особо охраняемых природных территориях»: «Дендрологические парки и ботанические сады являются природоохранными учреждениями, в задачи которых входит создание специальных коллекций растений в целях сохранения разнообразия и обогащения растительного мира, а также осуществление научной, учебной и просветительской деятельности. Однако в свое время статус ботанического сада не был подтвержден документально и с 2012 г. ботанический сад переименован в агробиостанцию, а в дальнейшем вместе с педагогическим институтом он вошел в состав Сыктывкарского государственного университета. С 2015 г. ботсад частично вырубают под многоэтажную жилую застройку. В 2017 г. на сохранных части запланирован городской сквер. Между тем здесь впервые в республике начали сажать деревья и ягодные кустарники, которые ранее считались непригодными для севера. Всего более 1000 деревьев и кустарниковых растений, прошли многолетнюю акклиматизацию и адаптированы к суровым климатическим условиям. По периметру в качестве защиты от ветра высажены тополя. Территория включает две части: ботанический сад, состоящий из коллекций сортовых плодово-ягодных (яблони, арония, калина, смородина, крыжовник, малина) и декоративных растений (виды кленов, аллеи с сортовой сиренью, дереном и др.) и дендропарк, в котором широко представлено разнообразие деревьев и кустарников, типичных для северного региона (сосны, ели, черемуха, рябина, ольха и т. д.). Спустя десятилетия, когда Сыктывкар вырос и сад оказался в его центре, он стал выполнять функцию своего рода «легких»

города. Его общая площадь составляла 208,6 тыс. м<sup>2</sup>. В последнее десятилетие ботанический сад заброшен. Территория зарастает борщевиком Сосновского.

*Средненарушенные территории* имеют ограниченно благоприятную экологическую обстановку. Для поддержания равновесия здесь необходимы природоохранные мероприятия. В *третью группу* включен массив хвойного леса, расположенного в городском районе «Доручасток». Данное насаждение могло бы стать или городской ООПТ, или рекреационной зоной, если бы не его захламленность и запущенность. Территория находится в селитебной части города и активно застраивается. Городской лесной массив примыкает к автодороге Сыктывкар — Эжва. Сыктывкар остается лидером по загрязнению воздуха бенз(а)пиреном среди крупных городов Северо-Западного региона России [2]. В отличие от промышленных предприятий с их высокими трубами выброс газов автотранспорта и пылевые загрязнения от его движения и при уборке дорожного полотна происходит у поверхности земли (асфальта), поэтому их рассеивание в воздухе меньше, а непосредственное влияние на растительность больше чем от промышленных выбросов. Данная территория характеризуется непостоянством: производственная деятельность периодически прекращается, а затем вновь активизируется для нового обустройства. Доступ людей сюда неограничен, но из-за неприглядного состояния ландшафта они здесь нечасты. Зеленые насаждения, приближенные к автодороге, имеют сохраненный древесный полог. Доминируют хвойные: сосна, ель. Из лиственных встречаются береза, рябина, осина, ольха, черёмуха. Имеются разнообразные пищевые, лекарственные и редкие представители флоры. Сохраненные виды природных ландшафтов здесь соседствуют с адвентивными, рудеральными. В целом видовое разнообразие высокое. Также к данной категории принадлежит участок пригородного леса, расположенного в местечке «Алешино».

Несмотря на мощное антропогенное давление на городские леса столицы республики, в целом они сохраняют структуру своего сообщества. Их площадь составляет 2873,7 га. Пригородные леса не равномерно окружают Сыктывкар и поселки Краснозатонский и Эжва, а вытянуты параллельно рекам Сыsole и Вычегде, простираясь к северу и югу на 23—127 км, в западном и восточном направлениях на 5—6 км. Такое размещение пригородных лесов (вдоль рек и шоссейной дороги) делает их широко доступными для жителей города и поселков. Пригородные леса с давних пор интенсивно эксплуатируются, что отразилось на их возрастной структуре. Почти везде преобладают молодые и средневозрастные сосновые, березовые и осиновые древостои, тогда как в ельниках — спелые и перестойные.

Леса, поля и огороды составляют ландшафт м. Алешино. На сохранившихся лесных землях наиболее многочисленны такие древесные, как ель, сосна, берёза, ивы, рябина. Кое-где присутствует феноиндикатор разгара лета — цветущий иван-чай. На лугах м. Алешино растения представлены многолетними травянистыми видами с преобладанием видов семейств злаковые и осоковые. Цветение разнотравья связано преимущественно с геранью лесной и лютиком едким. Главное целевое назначение данной территории — сохранение экологической обстановки в городе и обеспечение комфортного отдыха людей. Здесь

устраивают пикники и используют территорию для хозяйственной деятельности, сборов ягод и грибов.

Насекомые — самая представленная на урбанизированных территориях группа консументов. О богатстве энтомофауны г. Сыктывкара свидетельствуют публикации [1, 2]. Только число дневных видов чешуекрылых включает 60 представителей. Многие редкие виды сохранены на территории комплексного заказника Белоборский. Здесь их число максимально (таблица).

Характеристика таксономического состава редких видов насекомых, выявленных на территории МО ГО г. Сыктывкар

Семейство	Систематическое положение	Категория территории		
		*1	**2	***3
Отр. ODONATA				
Calopterygidae	<i>Calopteryx virgo</i> — красотка девушка	+	–	–
Libellulidae	<i>Libellula depressa</i> — стрекоза плоская	–	+	–
Отр. RAPHIDOPTERA				
Rhaphidiidae	<i>Rhaphidia ophiopsis</i> — верблюдка тонкоусая	+	–	–
Отр. NEUROPTERA				
Myrmeleontidae	<i>Myrmeleon formicarius</i> — муравьиный лев обыкновенный	–	+	–
Отр. COLEOPTERA				
Carabidae	<i>Cicindela campestris</i> — скакун полевой	+	+	–
Scarabaeidae	<i>Oryctes nasicornis</i> — жук носорог	–	+	+
	<i>Potosia cuprea</i> — бронзовка медная	–	+	–
Отр. LEPIDOPTERA				
Papilionidae	<i>Papilio machaon</i> — махаон	+	+	+
Nymphalidae	<i>Argynnis paphia</i> — перламутровка большая лесная	+	–	–
Saturniidae	<i>Agria tau</i> — рыжий ночной павлиний глаз	+	–	–
Sphingidae	<i>Laothoe populi</i> — бражник тополевый	+	–	+
	<i>Sphinx pinastri</i> — бражник сосновый	+	–	–
	<i>Smerinthus ocellatus</i> — бражник глазчатый	+	–	–
Notodontidae	<i>Cerura vinula</i> — гарпия большая	–	+	+
Noctuidae	<i>Catocala nupta</i> — красная орденская лента	+	–	–
Arctiidae	<i>Arctia caja</i> — медведица кайя	+	–	–
Hepialidae	<i>Hepialus humuli</i> — тонкопряд хмелевый	–	–	+
	ИТОГО	11	7	5

\*1 — малонарушенные территории; \*\*2 — территории, нарушенные незначительно; \*\*\*3 — средненарушенные территории; + — вид присутствует; — вид не обнаружен.

Как видно из таблицы, больше всего редких видов в малонарушенных лесах (11 видов). На землях, нарушенных незначительно, отмечено семь представителей. На средненарушенных территориях свои позиции сохраняют пять видов. Они принадлежат пяти отрядам, широко представленным в подзоне средней тайги. Большая часть семейств также входит в состав природного комплекса данной территории. Они относятся к трем функционально-биоценотическим комплексам: фитофагам, зоофагам и сапрофагам [2]. Повсюду доминируют насекомые фитофаги. Некоторые из полученных видов экологически пластичны и присут-

ствуют во всех трех выделенных группах ландшафтов, в том числе встречаются на нарушенных землях, хотя везде нечасты (*Libellula depressa*, *Potosia cuprea*, *Cerura vinula*). Другие тяготеют к урболесной среде (*Cicindela campestris*, *Sphinx pinastri*). В хвойных молодняках искусственного происхождения встречены шелкопряд монашенка, непарный шелкопряд [2]. Это можно объяснить богатством пищевого ресурса, в насаждениях данного типа.

Часто городская среда предоставляет большее число экологических ниш, чем природная. Так личинки жуков носорогов помимо разрушенных деревьев и пней в городах при питании активно используют перепревший навоз, мусорные кучи, стружки [2]. Гусеницы махаона обитают в местах, где произрастают зонтичные. Поэтому они наличествуют на лесных полянах, или лугах, в агроценозах и в зеленых зонах населенных пунктов. Однако чисто таежные представители с ростом городов лишаются своих мест обитания, сокращают ареал или исчезают. В городской среде не будет жить верблюдка тонкоусая. Она включена в списки Красных книг республик и областей европейской части РФ. В малонарушенных сосновых борах обитает муравьиный лев. Для этого вида высокая рекреационная нагрузка губительна. Среди обнаруженных на урболесных территориях МО ГО «Сыктывкар» редких видов насекомых в Красную книгу Республики Коми включены стрекоза плоская, верблюдка тонкоусая, муравьиный лев обыкновенный. Ряд редких представителей из нашего списка зафиксированы в г. Петрозаводске (бронзовка медная, жук-носорог, тонкопряд хмелевый, махаон). Они включены в Красную книгу Республики Карелия. Для некоторых видов меры по охране не разработаны. Рекомендации по сохранению связаны с созданием в местах популяционных скоплений микрозаказников.

Таким образом, бесспорно, что на территориях крупных городов должны создаваться ООПТ различного типа. Как показывают результаты наших исследований, перспективными могут стать даже частично нарушенные территории (третья категория). Они являются связующими коридорами между преобразованными и сохраненными экосистемами. Природный ландшафт в сердце городов является высокоэффективным. Через такие участки в города возвращаются пчелы, бабочки, птицы. Они способствуют сохранению редких лесных представителей, являясь бесценной городской составляющей.

К сожалению, состав насекомых консументов различных порядков не остается неизменными при трансформации среды обитания. Редкие виды, связанные с малоизмененными сообществами, могут попасть в группу риска или исчезнуть. На данном основании просматривается возможность их использования в качестве видов индикаторов сохранности природной среды. Проведенный на ППП анализ энтомоценоза и выявленный объем редких видов насекомых позволил рекомендовать для включения в экологический каркас МО ГО «Сыктывкар» четыре ООПТ, расположенные в городской черте и его зеленой зоне. Это местечко «Алёшино», и «Красная гора», спортивный лес «Динамо» и «Доручасток».

### **Библиографический список**

1. Природа Сыктывкара и окрестностей [Текст] / под ред. М. А. Витязевой. — Сыктывкар : Коми кн. изд-во, 1972. — 160 с.
2. Юркина, Е. В. Разнообразие и характеристика насекомых в условиях крупных городов северных территорий России (на примере г. Сыктывкара) [Текст] : [монография] / Е. В. Юркина, С. В. Пестов ; М-во образования и науки Рос. Федерации, ФГБОУ ВПО С.-Петерб. гос. лесотехн. ун-т им. С. М. Кирова, Коми НЦ УрО РАН, Ин-т биологии. — Санкт-Петербург : СПбГЛТУ, 2015. — 192 с.

## Секция «Математика»

УДК 377.2

Рассмотрены вопросы формирования компетенций бакалавров в техническом вузе при обучении математике.

**Ключевые слова:** компетенция, математика, образование.

**А. А. Порошкин,**  
кандидат физико-математических наук, доцент;  
**Н. Г. Уляшова,**  
кандидат физико-математических наук, доцент  
(Сыктывкарский лесной институт)

### НЕКОТОРЫЕ ВОПРОСЫ МАТЕМАТИЧЕСКОГО ОБРАЗОВАНИЯ БАКАЛАВРОВ В ТЕХНИЧЕСКОМ ВУЗЕ

В условиях большого дефицита времени, отводимого учебными планами на изучение математики, решить успешную задачу математического образования будущих инженеров, позволяет только четкая организация всего учебного процесса по курсу математики, основанная на правильном сочетании аудиторных учебных занятий, продуктивной самостоятельной работы студентов и систематического контроля.

В основе специфики преподавания и освоения курса математики студентами лежит интенсификация обучения, которая предполагает оптимальное планирование учебного материала, исчерпывающие и качественные методические материалы, а также наличие различных форм контрольных мероприятий. При планировании учебного материала естественно учитывать математическую подготовку студентов и разделы математики, входящие в программу средних учебных заведений, достаточно прочесть обзорно. В изложении остального материала, с которым студенты ранее не были знакомы, более перспективным выглядит системный подход к изучению всех дисциплин, преподаваемых в вузе. Изучение этих разделов математики предполагает профессиональную ориентацию курса, т. е. более тесную связь излагаемого материала со спецдисциплинами и будущей профессиональной деятельностью выпускника. Учебный материал математики необходимо рассматривать как повод для формирования профессиональных компетенций, умения выделять проблему, ставить задачу, намечать план её решения, анализировать полученные ответы. Умение анализировать текст, найти в нем как можно больше подтверждений и опровержений основной мысли позволит будущему инженеру быть успешным в своей профессиональной деятельности, а система вузовского образования обязана ему в этом помочь, снабдив соответствующим ресурсом.

Основным фактором освоения математики студентами служит правильная организация их индивидуальной работы, что в большой мере определяется наличием и качеством методической базы.

Нами подготовлены к печати методические пособия по элементарной, высшей и дискретной математике, которые дают целостную картину процесса изучения курса математики, включая в себя необходимые теоретические сведения, типовые задания и контрольные мероприятия.

#### **Библиографический список**

1. Проблемы математического образования в вузах и школах России в условиях его модернизации [Текст] : материалы II Межрегион. науч.-метод. конф. — Сыктывкар : Коми пед-институт, 2008. — 120 с.



## Секция «Мониторинг защитных и эксплуатационных лесов на основе современных технологий»

УДК 630\*006

Предложена процедура определения ведомостей круглых лесоматериалов по материалам отвода и таксации лесосек, используемых для обоснования планируемого объема и номенклатуры продукции лесопиления и для определения времени рабочего цикла валки и раскряжевки круглых лесоматериалов на лесосеке. Для демонстрации процедуры определения ведомостей проведены численные расчеты в программной среде MATLAB.

**Ключевые слова:** таксация, лесозаготовка, ведомость круглых лесоматериалов.

**Н. Г. Евстафьев,**  
кандидат технических наук  
(Сыктывкарский лесной институт)  
**В. В. Королёв, А. В. Потапов**  
(ООО «Клариго»)

### ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВЕДОМОСТЕЙ КРУГЛЫХ ЛЕСОМАТЕРИАЛОВ ПРИ ОТВОДЕ И ТАКСАЦИИ ЛЕСОСЕК

Определение ведомостей круглых лесоматериалов по материалам отвода и таксации лесосек необходимо для расчета времени рабочего цикла выполнения операций валки деревьев, очистки деревьев от сучьев и раскряжевки хлыстов при проведении лесосечных работ на лесосеке [1]. Кроме того, определение ведомостей круглых лесоматериалов (КЛМ) необходимо для обоснования объемов поставляемой лесопродукции и планирования номенклатуры продукции лесопиления.

Следует отметить, в настоящее время вместо определения ведомостей КЛМ, как правило, используются товарные таблицы, позволяющие оценить выход товарной продукции от общего объема древесины на лесосеки. Очевидно, что на основе величины выхода товарной продукции с лесосеки затруднительно обосновать соответствующие объемы и номенклатуру продукции лесопиления. Поэтому определение ведомостей КЛМ по материалам отвода и таксации лесосек является в настоящее время актуальной задачей.

Для определения ведомостей КЛМ используется эмпирическая закономерность, выявленная Захаровым В. К. [2, с. 176]. Для древесного ствола высоты  $H$ , разделенного на части равные  $0,1H$ , измерен диаметр  $d_n$ , где  $n = 0, 1, 2, \dots, 10$ . Если диаметр на  $0,1H$  высоты ствола  $d_{0,1H}$  принять за 100 %, тогда значения относительных диаметров  $d_n = \frac{d_n}{d_{0,1H}} \cdot 100$  одинаковы для стволов одной древесной породы, не зависимо от абсолютной высоты ствола  $H$ , диаметра на высоте груди  $d_{1,3}$  и от условий среды. Данная закономерность отображена в таблице отно-

сительных диаметров  $d_n$  при относительной высоте дерева  $h_n = \frac{0.1 \times n \times H}{H}$  [2, с. 177].

Для процедуры определения ведомостей КЛМ предполагается заданным лесосека  $\{d_1^{r^{k(i)}}, d_2^{r^{k(i)}}, \dots, d_m^{r^{k(i)}}\}$  площадью  $S$ , в пределах которой заданы выделы  $\Theta^j$  с границами  $G^j$  и эксплуатационными площадями  $S^j$ , где  $S = \sum_{j=1}^J S_j$  и  $J$  — количество выделов. Для выдела  $\Theta^j$  задан породный состав  $f^{1(j)}, f^{2(j)}, \dots, f^{K(j)}$ , где  $f^{k(j)}$  — доля  $k(j)$  породы в составе насаждения. Для каждой  $k(j)$  породы предполагается заданным средний диаметр  $d^{k(j)}$ , средняя высота  $h^{k(j)}$  и соответствующая таблица разряда высот, используя которые определяется соответствующий разряд высот  $r^{k(j)}$  [3].

Для определенного разряда высот  $r^{k(j)}$  выбирается соответствующая сортиментная таблица  $T^{r^{k(j)}} = (d_{i_1}^{k(j)}, v_{i_1}^{k(j)}, h_{i_1}^{k(j)})$ , где  $i_1 = 1, 2, \dots, m_1^{k(j)}$  — номер ступени толщины (диаметра);  $d_{i_1}^{k(j)}$  — диаметр на высоте груди  $h_{1.3} = 1.3i$ ;  $v_{i_1}^{k(j)}$  — объем ствола  $d_{i_1}^{k(j)}$  диаметра;  $h_{i_1}^{k(j)}$  — высота ствола  $d_{i_1}^{k(j)}$  диаметра.

Для  $k(j)$  породы, площади  $S^j$  и сортиментной таблицы  $T^{r^{k(j)}}$  считается заданной ведомость перечета деревьев по ступеням толщины  $W_{\text{дер}}^{k(j)} = (d_{i_2}^{k(j)}; v_{i_2}^{k(j)}; n_{i_2, \text{дел}}^{k(j)}; v_{i_2, \text{дел}}^{k(j)}; n_{i_2, \text{дров}}^{k(j)}; v_{i_2, \text{дров}}^{k(j)})$ , где  $i_2 = 1, 2, \dots, m_2^{k(j)}$  — номер ступени толщины (диаметра);  $d_{i_2}^{k(j)}$  — диаметр на высоте груди  $h_{1.3} = 1.3i$ ;  $v_{i_2}^{k(j)}$  — объем ствола  $d_{i_2}^{k(j)}$  диаметра;  $n_{i_2, \text{дел}}^{k(j)}$  — количество деловых деревьев  $i_2$  диаметра;  $v_{i_2, \text{дел}}^{k(j)} = v_{i_2}^{k(j)} \cdot n_{i_2, \text{дел}}^{k(j)}$  — объем деловых деревьев  $i_2$  диаметра;  $n_{i_2, \text{дров}}^{k(j)}$  — количество дровяных деревьев  $i_2$  диаметра;  $v_{i_2, \text{дров}}^{k(j)} = v_{i_2}^{k(j)} \cdot n_{i_2, \text{дров}}^{k(j)}$  — объем дровяных деревьев  $i_2$  диаметра.

Для ведомости перечета деревьев  $W_{\text{дер}}^{k(j)}$  считаются заданными параметры  $\alpha^{k(j)}$  и  $\beta^{k(j)}$  ряда Бета-распределения  $B(d_{i_2}^{k(j)} < x | \alpha^{k(j)}, \beta^{k(j)}) = \int_0^x \frac{x^{\alpha^{k(j)}-1} \cdot (1-x)^{\beta^{k(j)}-1}}{B(\alpha^{k(j)}, \beta^{k(j)})} dx$ , где  $B(\alpha, \beta) = \int_0^1 x^{\alpha-1} \cdot (1-x)^{\beta-1} dx$ , который описывает распределение деревьев перечета по ступеням толщины (диаметрам).

Предполагается, что заданы параметры КЛМ лесозаготовки — длина  $L_{\text{КЛМ}}$ , припуск длины  $P_{\text{КЛМ}}$ , минимальный допустимый диаметр  $d_{\text{КЛМ}}^{\min}$ . В зависимости от используемого на лесосеке вида лесозаготовки (машинный либо механизированный) и выполнения санитарных правил и норм лесозаготовки задана высота пней  $h_{\text{пня}}$ , оставляемых на лесосеке в процессе лесозаготовки. Для определения объема заготавливаемых КЛМ используются таблицы объемов [4], где объем КЛМ  $\tilde{v}_{s_1}^{k(j)}$  с диаметрами  $\tilde{d}_{s_1}^{k(j)} \in [3\text{см}; 13\text{см}]$  рассчитывается для градаций диамет-

ров с шагом в 1 см, а объем КЛМ  $\tilde{v}_{s_2}^{k(j)}$  с диаметрами  $\tilde{d}_{s_2}^{k(j)} \in [14\text{см}; 120\text{см}]$  рассчитывается для градаций диаметров с шагом в 2 см.

На основе заданной ведомости перечета деревьев по ступеням толщины  $W_{\text{дер}}^{k(j)} = (d_{i_2}^{k(j)}; v_{i_2}^{k(j)}; n_{i_2, \text{дел}}^{k(j)}; v_{i_2, \text{дел}}^{k(j)}; n_{i_2, \text{дров}}^{k(j)}; v_{i_2, \text{дров}}^{k(j)})$ , параметров лесозаготовки КЛМ требуется определить ведомость перечета КЛМ  $\tilde{W}_{\text{КЛМ}}^{k(j)} = \tilde{W}_{\text{КЛМ}_1}^{k(j)} \cup \tilde{W}_{\text{КЛМ}_2}^{k(j)}$ , где  $\tilde{W}_{\text{КЛМ}_1}^{k(j)}$  — ведомость перечета КЛМ с диаметрами  $\tilde{d}_{s_1}^{k(j)}$  с шагом градаций 1 см;  $\tilde{W}_{\text{КЛМ}_2}^{k(j)}$  — ведомость перечета КЛМ с диаметрами  $\tilde{d}_{s_2}^{k(j)}$  с шагом градаций 2 см.

При этом ведомость перечета КЛМ  $\tilde{W}_{\text{КЛМ}_1}^{k(j)} = (\tilde{d}_{s_1}^{k(j)}; \tilde{v}_{s_1}^{k(j)}; \tilde{n}_{s_1, \text{дел}}^{k(j)}; \tilde{v}_{s_1, \text{дел}}^{k(j)}; \tilde{n}_{s_1, \text{дров}}^{k(j)}; \tilde{v}_{s_1, \text{дров}}^{k(j)})$  содержит следующие параметры:  $\tilde{d}_{s_1}^{k(j)}$  — диаметр вершины КЛМ с шагом градаций 1 см;  $\tilde{v}_{s_1}^{k(j)}$  — объем КЛМ  $s_1$  диаметра;  $\tilde{n}_{s_1, \text{дел}}^{k(j)}$  — количество деловых КЛМ  $s_1$  диаметра;  $\tilde{v}_{s_1, \text{дел}}^{k(j)} = \tilde{v}_{s_1}^{k(j)} \cdot \tilde{n}_{s_1, \text{дел}}^{k(j)}$  — объем деловых КЛМ  $s_1$  диаметра;  $\tilde{n}_{s_1, \text{дров}}^{k(j)}$  — количество дровяных КЛМ  $s_1$  диаметра;  $\tilde{v}_{s_1, \text{дров}}^{k(j)} = \tilde{v}_{s_1}^{k(j)} \cdot \tilde{n}_{s_1, \text{дров}}^{k(j)}$  — объем дровяных КЛМ  $s_1$  диаметра;  $s_1 = 1, 2, \dots, \tilde{m}_1^{k(j)}$  — номера диаметров с шагом градаций 1 см.

Ведомость перечета КЛМ  $\tilde{W}_{\text{КЛМ}_2}^{k(j)} = (\tilde{d}_{s_2}^{k(j)}; \tilde{v}_{s_2}^{k(j)}; \tilde{n}_{s_2, \text{дел}}^{k(j)}; \tilde{v}_{s_2, \text{дел}}^{k(j)}; \tilde{n}_{s_2, \text{дров}}^{k(j)}; \tilde{v}_{s_2, \text{дров}}^{k(j)})$  содержит следующие параметры:  $\tilde{d}_{s_2}^{k(j)}$  — диаметр вершины КЛМ с шагом градаций 2 см;  $\tilde{v}_{s_2}^{k(j)}$  — объем КЛМ  $s_2$  диаметра;  $\tilde{n}_{s_2, \text{дел}}^{k(j)}$  — количество деловых КЛМ  $s_2$  диаметра;  $\tilde{v}_{s_2, \text{дел}}^{k(j)} = \tilde{v}_{s_2}^{k(j)} \cdot \tilde{n}_{s_2, \text{дел}}^{k(j)}$  — объем деловых КЛМ  $s_2$  диаметра;  $\tilde{n}_{s_2, \text{дров}}^{k(j)}$  — количество дровяных КЛМ  $s_2$  диаметра;  $\tilde{v}_{s_2, \text{дров}}^{k(j)} = \tilde{v}_{s_2}^{k(j)} \cdot \tilde{n}_{s_2, \text{дров}}^{k(j)}$  — объем дровяных КЛМ  $s_2$  диаметра;  $s_2 = 1, 2, \dots, \tilde{m}_2^{k(j)}$  — номера диаметров с шагом градаций 2 см;  $d_{\text{КЛМ}}^{\max} = 14 + 2 \cdot \tilde{m}_2^{k(j)}$  — максимальный диаметр КЛМ.

Рассмотрим предлагаемую процедуру определения ведомости круглых лесоматериалов, состоящую из следующих шагов:

1) определение соответствующих параметров ведомости перечета пней  $W_{\text{пни}}^{k(j)}$  на основе ведомости перечета деревьев  $W_{\text{дер}}^{k(j)}$ ;

2) определение соответствующих параметров ведомости перечета КЛМ  $\hat{W}_{\text{КЛМ}_2}^{k(j)}$  с диаметрами вершин КЛМ с шагом градаций 2 см  $d_{\hat{s}}^{k(j)} \in [d_{\text{КЛМ}}^{\min}; d_{\text{КЛМ}}^{\max}]$ , где

$\hat{s} = 1, 2, \dots, \text{floor}\left(\frac{\tilde{m}_1^{k(j)}}{2}\right) + \tilde{m}_2^{k(j)}$  — номера диаметров;  $\text{floor}$  — функция определения ближайшего наименьшего целого числа;

3) определение параметров искомой ведомости перечета КЛМ  $\tilde{W}_{\text{КЛМ}}^{k(j)} = \tilde{W}_{\text{КЛМ}_1}^{k(j)} \cup \hat{W}_{\text{КЛМ}_2}^{k(j)}$ , где ведомость перечета КЛМ  $\tilde{W}_{\text{КЛМ}_1}^{k(j)}$  определяется посред-

ством преобразования номеров  $\hat{s} = 1, 2, \dots, \text{floor}\left(\frac{\tilde{m}_1^{k(j)}}{2}\right)$  диаметров

$d_s^{k(j)} \in [d_{\text{КЛМ}}^{\min}; 14)$  с шагом градаций 2 см ведомости перечета КЛМ  $\hat{W}_{\text{КЛМ}_2}^{k(j)}$  в номера  $s_1 = 1, 2, \dots, \tilde{m}_1^{k(j)}$  диаметров  $d_{s_1}^{k(j)} \in [d_{\text{КЛМ}}^{\min}; 14)$  с шагом градаций 1 см; ведомость перечета КЛМ  $\tilde{W}_{\text{КЛМ}_2}^{k(j)} = \hat{W}_{\text{КЛМ}_2}^{k(j)}$  для диаметров  $d_{s_2}^{k(j)} \in [14; d_{\text{КЛМ}}^{\max}]$  с шагом градаций 2 см и номерами  $s_2 = 1, 2, \dots, \tilde{m}_2^{k(j)}$ .

На первом шаге предлагаемой процедуры определяется ведомость перечета пней  $W_{\text{пн}}^{k(j)}$  на основе ведомости перечета деревьев  $W_{\text{дер}}^{k(j)}$ .

Сначала для  $k(j)$  породы на основе закономерности изменения значений относительных диаметров  $d_n^{\text{отн}}$  для относительных высот дерева  $H_n^{\text{отн}}$  определяется массив соответствия  $(d_{1,2,\text{пня}}^{k(j)}; d_{1,4,\text{дер}}^{k(j)})$ , где  $d_{1,2,\text{пня}}^{k(j)}$  — допустимые значения диаметров деревьев на высоте пня с градацией диаметров в 2 см, соответствующие диаметрам деревьев на высоте груди  $d_{1,4,\text{дер}}^{k(j)}$  с градацией в 4 см.

Для определения массива соответствия задается минимальное допустимое значение диаметра пня  $d_{\text{min}_{2,\text{пня}}}^{k(j)} = 8$  и максимальное допустимое значение диаметра пня  $d_{\text{max}_{2,\text{пня}}}^{k(j)}$ , что позволяет определить массив допустимых диаметров пней  $d_{1,2,\text{пня}}^{k(j)} = d_{\text{min}_{2,\text{пня}}}^{k(j)} + (l-1) \cdot 2$ , где  $l = (d_{\text{max}_{2,\text{пня}}}^{k(j)} - d_{\text{min}_{2,\text{пня}}}^{k(j)}) / 2 + 1$ .

Для диаметров  $d_{1,2,\text{пн}}^{k(j)}$  определяется абсолютная высота пней  $h_{1,2,\text{пн}}^{k(j)}$ , где  $h_{1,2,\text{пня}}^{k(j)} = h_{\text{пня}}$  при условии машинной технологии заготовки либо механизированной технологии и не выполнении санитарных правил и норм лесозаготовки;  $h_{1,2,\text{пня}}^{k(j)} = 0.1\text{м}$  для  $d_{1,2,\text{пня}}^{k(j)} \leq 30\text{см}$  и  $h_{1,2,\text{пня}}^{k(j)} = (d_{1,2,\text{пня}}^{k(j)} / 300)\text{м}$  для  $d_{1,2,\text{пня}}^{k(j)} > 30\text{см}$  при условии механизированной технологии и выполнении санитарных правил и норм лесозаготовки. Также для диаметров  $d_{1,2,\text{пня}}^{k(j)}$  с учетом сортиментной таблицы  $T^{k(j)}$  определяется абсолютная высота деревьев  $h_{1,2,\text{дер}}^{k(j)}$ , где  $h_{1,2,\text{дер}}^{k(j)} = h_{i_1}^{k(j)}$  при условии  $l = (i_1 - 1) \cdot 2 + 1$  и  $i_1 < m_{i_1}^{k(j)}$ ;  $h_{1,2,\text{дер}}^{k(j)} = (h_{i_1+1,4,\text{дер}}^{k(j)} + h_{i_1+1,4,\text{дер}}^{k(j)}) / 2$  при условии  $l = i_1 \cdot 2$  и  $i_1 < m_{i_1}^{k(j)}$ ;  $h_{1,2,\text{дер}}^{k(j)} = h_{i_1+1,4,\text{дер}}^{k(j)}$  при условии  $l \geq i_1 \cdot 2$  и  $i_1 = m_{i_1}^{k(j)}$ . Затем для диаметров  $d_{1,2,\text{пня}}^{k(j)}$  определяется относительная высота пней  $\hat{h}_{1,2,\text{пня}}^{k(j)} = h_{1,2,\text{пня}}^{k(j)} / h_{1,2,\text{дер}}^{k(j)}$ . Также определяется относительная высота на высоте груди  $\hat{h}_{1,2,1,3}^{k(j)} = 1.3\text{м} / h_{1,2,\text{дер}}^{k(j)}$ .

Для относительных высот пня  $\hat{h}_{1,2,\text{пня}}^{k(j)}$  и высоты груди  $h_{1,2,1,3}$  определяются границы соответствующих подинтервалов относительных высот  $\hat{h}_{1,2,\text{пня}}^{k(j)} \in [\hat{h}_{1,2,\text{пня}}^{n_1}; \hat{h}_{1,2,\text{пня}}^{n_1+1}]$  и  $\hat{h}_{1,2,1,3}^{k(j)} \in [\hat{h}_{1,2,1,3}^{n_2}; \hat{h}_{1,2,1,3}^{n_2+1}]$ , а также соответствующие им подинтервалы относительных диаметров  $d_n^{k(j)}$  таблицы относительных диаметров для  $k(j)$  породы  $[\hat{d}_{1,2,\text{пня}}^{n_1}; \hat{d}_{1,2,\text{пня}}^{n_1+1}]$  и  $[d_{1,2,1,3}^{n_2}; d_{1,2,1,3}^{n_2+1}]$ . С учетом найденных подинтервалов относительных высот и диаметров определим относительные диаметры пней

$$\hat{d}_{1_{2,пня}}^{k(j)} = (\hat{h}_{1_{2,пня}}^{k(j)} - \hat{h}_{1_{2,пня}}^{n_1}) \times \frac{(\hat{d}_{1_{2,пня}}^{n_1+1} - \hat{d}_{1_{2,пня}}^{n_1})}{(\hat{h}_{1_{2,пня}}^{n_1+1} - \hat{h}_{1_{2,пня}}^{n_1})} + \hat{d}_{1_{2,пня}}^{n_1} \quad \text{и} \quad \text{груди}$$

$$\hat{d}_{1_{2,1.3}}^{k(j)} = (\hat{h}_{1_{2,1.3}}^{k(j)} - \hat{h}_{1_{2,1.3}}^{n_2}) \times \frac{(\hat{d}_{1_{2,1.3}}^{n_2+1} - \hat{d}_{1_{2,1.3}}^{n_2})}{(\hat{h}_{1_{2,1.3}}^{n_2+1} - \hat{h}_{1_{2,1.3}}^{n_2})} + \hat{d}_{1_{2,1.3}}^{n_2}.$$

Определим последовательность абсолютных диаметров  $d_{1_{2,пня}}^t = d_{1_{2,пня}}^{k(j)} \times \frac{\hat{d}_{1_{2,пня}}^t}{\hat{d}_{1_{2,пня}}^{k(j)}}$

для соответствующей последовательности граничных значений относительных диаметров  $\{\hat{d}_{1_{2,пня}}^t\}$ , где  $t = n_1, n_1 + 1, \dots, n_2 + 1$ . С учетом абсолютных диаметров  $d_{1_{2,пня}}^t$  определим абсолютные диаметры деревьев на высоте груди

$$d_{1_{2,1.3}}^{k(j)} = \frac{(d_{1_{2,пня}}^{n_2+1} - d_{1_{2,пня}}^{n_2})}{(h_{n_2+1}^{k(j)} - h_{n_2}^{k(j)})} \times (h_{1.3}^{k(j)} - h_{n_2}^{k(j)}) + d_{1_{2,пня}}^{n_2}, \quad \text{где} \quad h_{n_2}^{k(j)} = (n_2 - 1) \cdot \frac{h_{1_{2,лер}}^{k(j)}}{10} \quad \text{и}$$

$h_{n_2+1}^{k(j)} = n_2 \cdot \frac{h_{1_{2,лер}}^{k(j)}}{10}$ . Затем посредством проверки выполнения соотношения  $d_{1_{4,1.3}}^{k(j)} > d_{1_{2,1.3}}^{k(j)} \geq d_{1_{4,1.3}}^{k(j)} - 2$  преобразуем диаметры  $d_{1_{2,1.3}}^{k(j)}$  в диаметры  $d_{1_{4,1.3}}^{k(j)}$  с градацией в 4 см.

Таким образом, определяется искомый массив соответствия  $(d_{1_{2,пня}}^{k(j)}; d_{1_{4,лер}}^{k(j)})$  допустимых значений диаметров деревьев  $d_{1_{2,пня}}^{k(j)}$  на высоте пня с градацией диаметров в 2 см и диаметров деревьев  $d_{1_{4,лер}}^{k(j)}$  на высоте груди с градацией в 4 см.

Следующей операцией первого шага процедуры является определение диаметров  $d_s^{k(j)}$  ведомости перечета пней  $W_{пни}^{k(j)}$  с учетом диаметров  $d_{i_2}^{k(j)}$  заданной ведомости деревьев  $W_{дер}^{k(j)}$  и массива  $(d_{1_{2,пня}}^{k(j)}; d_{1_{4,лер}}^{k(j)})$  соответствия диаметров пней и диаметров деревьев на высоте груди.

Для этого на основе массива соответствия  $(d_{1_{2,пня}}^{k(j)}; d_{1_{4,лер}}^{k(j)})$  определяется массив индексов  $(s_{1_{2,пня},нач}^{i_2}; s_{1_{2,пня},кон}^{i_2})$ , где  $s_{1_{2,пня},нач}^{i_2}$  и  $s_{1_{2,пня},кон}^{i_2}$  — соответственно номера минимального и максимального диаметров пней  $d_{1_{2,пня}}^{k(j),i_2}$ , соответствующих диаметру дерева на высоте груди  $d_{i_2}^{k(j)}$ , и их количество равно  $m_{1_{2,пня}}^{k(j),i_2} = s_{1_{2,пня},кон}^{i_2} - s_{1_{2,пня},нач}^{i_2} + 1$ . С учетом минимального  $d_{i_2,min}^{k(j)}$  и максимального  $d_{i_2,max}^{k(j)}$  диаметров ведомости перечета деревьев  $W_{дер}^{k(j)}$  определяются минимальный  $d_{1_{2,пня},min}^{k(j)}$  и максимальный  $d_{1_{2,пня},max}^{k(j)}$  диаметры искомой ведомости перечета пней  $W_{пни}^{k(j)}$ .

Очевидно, что искомая ведомость перечета пней  $W_{\text{пни}}^{k(j)}$  имеет следующий перечень диаметров  $d_{1_{2,\text{пня}}}^{k(j)} = d_{1_{2,\text{пня}},\text{min}}^{k(j)} + (l-1) \cdot 2$ , где  $l = 1, 2, \dots, m_{\text{пня}}^{k(j)}$ ;  $m_{\text{пня}}^{k(j)}$  — количество диаметров  $m_{\text{пня}}^{k(j)} = \sum_{i_2=1}^{m_2^{k(j)}} m_{1_{2,\text{пня}}}^{k(j),i_2}$ .

Для распределения количества деловых  $n_{i_2,\text{дел}}^{k(j)}$  и дровяных  $n_{i_2,\text{дров}}^{k(j)}$  деревьев  $d_{i_2}^{k(j)}$  диаметра ведомости перечета деревьев  $W_{\text{дер}}^{k(j)}$  по соответствующим ему диаметрам пней  $d_{1_{2,\text{пня}}}^{k(j)}$  определим множество относительных диаметров

$\hat{d}_{1_{2,\text{пня}}}^{k(j)} \in [0;1]$ , где  $\hat{d}_{1_{2,\text{пня}}}^{k(j)} = \frac{l-1}{m_{1_{2,\text{пня}}}^{k(j)} + 1}$ , для которого определяется ряд Бета-распределения  $B(\hat{d}_{1_{2,\text{пня}}}^{k(j)} < x | \alpha^{k(j)}, \beta^{k(j)})$ . Затем для диаметров пней  $d_{1_{2,\text{пня}}}^{k(j),i_2}$ , соответствующих диаметру деревьев  $d_{i_2}^{k(j)}$ , определяется интервал изменения индексов  $l_{2,\text{пня}} = l_{i_2}^{\text{нач}}, l_{i_2}^{\text{нач}} + 1, \dots, l_{i_2}^{\text{кон}}$ , где  $l_{i_2}^{\text{нач}} = 1 + \sum_{t=1}^{i_2-1} m_{1_{2,\text{пня}}}^{k(j),t}$  — начальное значение;

$l_{i_2}^{\text{кон}} = \sum_{t=1}^{i_2} m_{1_{2,\text{пня}}}^{k(j),t}$  — конечное значение. Для диаметров пней  $d_{1_{2,\text{пня}}}^{k(j),i_2}$ , соответствующих диаметру деревьев  $d_{i_2}^{k(j)}$ , с учетом Бета-распределения, определим веса

$$w_{1_{2,\text{пня}}}^{k(j),i_2} = \frac{p_{1_{2,\text{пня}}}^{k(j),i_2}}{\sum_{l=l_{i_2}^{\text{нач}}}^{l_{i_2}^{\text{кон}}} p_{1_{2,\text{пня}}}^{k(j),i_2}}, \quad \text{где } p_{1_{2,\text{пня}}}^{k(j),i_2} \text{ — значение ряда Бета-распределения } B(\hat{d}_{1_{2,\text{пня}}}^{k(j)} < x | \alpha^{k(j)}, \beta^{k(j)}).$$

Используя веса  $w_{1_{2,\text{пня}}}^{k(j),i_2}$ , определим для диаметров пней  $d_{1_{2,\text{пня}}}^{k(j),i_2}$  количества деловых деревьев  $n_{1_{2,\text{пня}},\text{дел}}^{k(j)} = n_{i_2,\text{дел}}^{k(j)} \times w_{1_{2,\text{пня}}}^{k(j),i_2}$  и дровяных деревьев  $n_{1_{2,\text{пня}},\text{дров}}^{k(j)} = n_{i_2,\text{дров}}^{k(j)} \times w_{1_{2,\text{пня}}}^{k(j),i_2}$ . Затем рассчитаем невязку количества деловых деревьев

$$\Delta_{i_2,\text{дел}}^{k(j)} = n_{i_2,\text{дел}}^{k(j)} - \sum_{l=l_{i_2}^{\text{нач}}}^{l_{i_2}^{\text{кон}}} p_{1_{2,\text{пня}}}^{k(j),i_2} \quad \text{и дровяных деревьев } \Delta_{i_2,\text{дров}}^{k(j)} = n_{i_2,\text{дров}}^{k(j)} - \sum_{l=l_{i_2}^{\text{нач}}}^{l_{i_2}^{\text{кон}}} p_{1_{2,\text{пня}}}^{k(j),i_2}.$$

Если  $\Delta_{i_2,\text{дел}}^{k(j)} \neq 0$  либо  $\Delta_{i_2,\text{дров}}^{k(j)} \neq 0$ , то необходимо откорректировать количества деревьев  $n_{1_{2,\text{пня}},\text{дел}}^{k(j)}$  и  $n_{1_{2,\text{пня}},\text{дров}}^{k(j)}$ . Для этого определяется диаметр  $d_{1_{2,\text{пня}}}^{*k(j),i_2}$ , обладающий максимальным весом  $w_{1_{2,\text{пня}}}^{*k(j),i_2} = \max_l(w_{1_{2,\text{пня}}}^{k(j),i_2})$ , для которого на величину невязки корректируется количество деревьев. Если  $\Delta_{i_2,\text{дел}}^{k(j)} > 0$  либо  $\Delta_{i_2,\text{дров}}^{k(j)} > 0$ , то количество деревьев увеличивается  $n_{1_{2,\text{пня}},\text{дел}}^{*k(j)} = n_{1_{2,\text{пня}},\text{дел}}^{k(j)} + \Delta_{i_2,\text{дел}}^{k(j)}$  либо  $n_{1_{2,\text{пня}},\text{дров}}^{*k(j)} = n_{1_{2,\text{пня}},\text{дров}}^{k(j)} + \Delta_{i_2,\text{дров}}^{k(j)}$ . Если  $\Delta_{i_2,\text{дел}}^{k(j)} < 0$  либо  $\Delta_{i_2,\text{дров}}^{k(j)} < 0$ , то количество деревьев уменьшается  $n_{1_{2,\text{пня}},\text{дел}}^{*k(j)} = n_{1_{2,\text{пня}},\text{дел}}^{k(j)} + \Delta_{i_2,\text{дел}}^{k(j)}$  либо  $n_{1_{2,\text{пня}},\text{дров}}^{*k(j)} = n_{1_{2,\text{пня}},\text{дров}}^{k(j)} + \Delta_{i_2,\text{дров}}^{k(j)}$ .

На втором шаге предлагаемой процедуры определяется ведомость КЛМ  $\hat{W}_{\text{КЛМ}_2}^{k(j)}$  с диаметрами вершин КЛМ с шагом градаций 2 см  $d_{\hat{s}}^{k(j)} \in [d_{\text{КЛМ}}^{\min}; d_{\text{КЛМ}}^{\max}]$ , где  $\hat{s} = 1, 2, \dots, \text{floor}\left(\frac{\tilde{m}_1^{k(j)}}{2}\right) + \tilde{m}_2^{k(j)}$  — номера диаметров. Для этого определяется мак-

симально возможное количество резов  $t_{\max} = \text{floor}\left[\frac{h_{\text{дер}}^{\max} - h_{\text{пня}}^{\max}}{L_{\text{КЛМ}} + P_{\text{КЛМ}}}\right]$  раскряжевки стволов ведомости  $W_{\text{дер}}^{k(j)}$  при заготовке сортиментов заданной длины  $L_{\text{КЛМ}}$  и припуска  $P_{\text{КЛМ}}$ , где  $h_{\text{дер}}^{\max} = \max_{i_2}(h_{i_2}^{k(j)})$  — максимально возможная высота дерева с максимальным диаметром  $d_{\text{дер}}^{\max} = \max_{i_2}(d_{i_2}^{k(j)})$ ;  $h_{\text{пня}}^{\max} = \max_l(h_{l_{2,\text{пня}}}^{k(j)})$  — максимально возможная высота пня.

Затем производится циклическое определение ведомости КЛМ  $\hat{W}_{\text{КЛМ}_2}^{k(j)}$  посредством циклического изменения высоты реза стволов  $h_{t,\text{рез}} = h_{\text{пня}}^{\max} + t \cdot (L_{\text{КЛМ}} + P_{\text{КЛМ}})$ . При этом для каждого ствола ведомость перечета пней  $W_{\text{пня}}^{k(j)}$ , с диаметром пня  $d_{l_{2,\text{пня}}}^{k(j)}$ , проверяется условие  $h_{l_{2,\text{дер}}}^{k(j)} \geq h_{t,\text{рез}}$ , допускающее возможность раскряжевки ствола на высоте реза.

При выполнении условия  $h_{l_{2,\text{дер}}}^{k(j)} \geq h_{t,\text{рез}}$  определяется абсолютный диаметр реза  $d_{t(l_{2,\text{пня}})}^{\text{рез},k(j)}$  ствола с диаметром пня  $d_{l_{2,\text{пня}}}^{k(j)}$ . Для этого определяется относительная высота пня  $\hat{h}_{l_{2,\text{пня}}}^{k(j)} = h_{l_{2,\text{пня}}}^{k(j)} / h_{l_{2,\text{дер}}}^{k(j)}$  и относительная высота реза  $\hat{h}_{t,\text{рез}} = h_{t,\text{рез}} / h_{l_{2,\text{дер}}}^{k(j)}$ . Затем для относительных высот  $\hat{h}_{l_{2,\text{пня}}}^{k(j)}$  и реза  $\hat{h}_{t,\text{рез}}$  определяются границы соответствующих подинтервалов относительных высот  $\hat{h}_{l_{2,\text{пня}}}^{k(j)} \in [\hat{h}_{l_{2,\text{пня}}}^{n_1}; \hat{h}_{l_{2,\text{пня}}}^{n_1+1}]$  и  $\hat{h}_{t,\text{рез}} \in [\hat{h}_{t,\text{рез}}^{n_2}; \hat{h}_{t,\text{рез}}^{n_2+1}]$ , а также соответствующие им подинтервалы относительных диаметров  $\hat{d}_n^{k(j)}$  таблицы относительных диаметров для  $k(j)$  породы  $[\hat{d}_{l_{2,\text{пня}}}^{n_1}; \hat{d}_{l_{2,\text{пня}}}^{n_1+1}]$  и  $[\hat{d}_{t,\text{рез}}^{n_2}; \hat{d}_{t,\text{рез}}^{n_2+1}]$ .

С учетом найденных подинтервалов относительных высот и диаметров определим относительные диаметры пней  $\hat{d}_{l_{2,\text{пня}}}^{k(j)} = (\hat{h}_{l_{2,\text{пня}}}^{k(j)} - \hat{h}_{l_{2,\text{пня}}}^{n_1}) \times \frac{(\hat{d}_{l_{2,\text{пня}}}^{n_1+1} - \hat{d}_{l_{2,\text{пня}}}^{n_1})}{(\hat{h}_{l_{2,\text{пня}}}^{n_1+1} - \hat{h}_{l_{2,\text{пня}}}^{n_1})} + \hat{d}_{l_{2,\text{пня}}}^{n_1}$  и реза  $\hat{d}_{t,\text{рез}} = (\hat{h}_{t,\text{рез}} - \hat{h}_{t,\text{рез}}^{n_2}) \times \frac{(\hat{d}_{t,\text{рез}}^{n_2+1} - \hat{d}_{t,\text{рез}}^{n_2})}{(\hat{h}_{t,\text{рез}}^{n_2+1} - \hat{h}_{t,\text{рез}}^{n_2})} + \hat{d}_{t,\text{рез}}^{n_2}$ .

Определим последовательность абсолютных диаметров  $d_{l_{2,\text{пня}}}^s = d_{l_{2,\text{пня}}}^{k(j)} \times \frac{\hat{d}_{l_{2,\text{пня}}}^s}{\hat{d}_{l_{2,\text{пня}}}^{k(j)}}$  для соответствующей последовательности граничных значений относительных диаметров  $\{\hat{d}_{l_{2,\text{пня}}}^s\}$ , где  $s = n_1, n_1 + 1, \dots, n_2 + 1$ . С учетом абсолютных диаметров

$d_{l_{2,пня}}^s$  определим абсолютный диаметр дерева на высоте реза

$$d_{t(1_{2,пня})}^{рез,к(j)} = \frac{(d_{l_{2,пня}}^{n_2+1} - d_{l_{2,пня}}^{n_2})}{(h_{n_2+1}^{к(j)} - h_{n_2}^{к(j)})} \times (h_{t,рез} - h_{n_2}^{к(j)}) + d_{l_{2,пня}}^{n_2}, \quad \text{где} \quad h_{n_2}^{к(j)} = (n_2 - 1) \cdot \frac{h_{1_{2,лер}}^{к(j)}}{10} \quad \text{и}$$

$$h_{n_2+1}^{к(j)} = n_2 \cdot \frac{h_{1_{2,лер}}^{к(j)}}{10}.$$

При условии превышения абсолютного диаметра реза  $d_{t(1_{2,пня})}^{рез,к(j)}$  минимально допустимого диаметра  $d_{t(1_{2,пня})}^{рез,к(j)} \geq d_{кЛМ}^{\min}$  раскряжеванный сортимент включается в ведомость  $\hat{W}_{кЛМ_2}^{к(j)}$ . Для этого находится диаметр  $d_{\hat{s}}^{к(j)}$  ведомости перечета КЛМ  $\hat{W}_{кЛМ_2}^{к(j)}$ , для которого выполняется соотношение  $d_{\hat{s}}^{к(j)} - 0.5 > d_{t(1_{2,пня})}^{рез,к(j)} \geq d_{\hat{s}+1}^{к(j)} - 0.5$ , что позволяет раскряжеванный сортимент включить в ведомость перечета КЛМ  $\hat{W}_{кЛМ_2}^{к(j)}$  со значением диаметра  $d_{t(1_{2,пня})}^{рез,к(j)} = d_{\hat{s}}^{к(j)}$ .

В заключение, для ведомости КЛМ определяется  $\hat{v}_{\hat{s},дел}^{к(j)} = \hat{v}_{\hat{s},L}^{к(j)} \cdot \hat{n}_{\hat{s},дел}^{к(j)}$  объем деловых КЛМ и  $\hat{v}_{\hat{s},дров}^{к(j)} = \hat{v}_{\hat{s},L}^{к(j)} \cdot \hat{n}_{\hat{s},дров}^{к(j)}$  объем дровяных КЛМ  $d_{\hat{s}}^{к(j)}$  диаметра и  $L$  длины, где  $\hat{s} = 1, 2, \dots, m_2^{к(j)}$ ;  $v_s^{к(j)}$  — объем бревна длиной  $L$  и диаметра  $d_s^{к(j)}$  [4];  $\hat{n}_{\hat{s},дел}^{к(j)}$  — количество деловых сортиментов ведомости КЛМ;  $\hat{n}_{\hat{s},дров}^{к(j)}$  — количество дровяных сортиментов ведомости КЛМ.

На третьем шаге предлагаемой процедуры определяется ведомость перечета КЛМ  $\tilde{W}_{кЛМ_1}^{к(j)}$  посредством преобразования диаметров  $d_{\hat{s}}^{к(j)} \in [d_{кЛМ}^{\min}; 14)$  ведомости перечета КЛМ  $\hat{W}_{кЛМ_2}^{к(j)}$  с номерами  $s = 1, 2, \dots, \text{floor}\left(\frac{\tilde{m}_1^{к(j)}}{2}\right)$  в диаметры  $d_{s_1}^{к(j)} \in [d_{кЛМ}^{\min}; 14)$  с шагом градаций 1 см с номерами  $s_1 = 1, 2, \dots, \tilde{m}_1^{к(j)}$ .

Для этого для диаметра  $d_{\hat{s}}^{к(j)} \in \hat{W}_{кЛМ_2}^{к(j)}$  определяется количество деловых  $\tilde{n}_{s_1,дел}^{к(j)}$  и дровяных деревьев  $\tilde{n}_{s_1,дров}^{к(j)}$  для диаметра  $d_{s_1}^{к(j)}$ , и количество деловых  $\tilde{n}_{s_1+1,дел}^{к(j)}$  и дровяных деревьев  $\tilde{n}_{s_1+1,дров}^{к(j)}$  для диаметра  $d_{s_1+1}^{к(j)}$ , где диаметры  $d_{s_1}^{к(j)}$  и  $d_{s_1+1}^{к(j)}$ , принадлежат ведомости перечета КЛМ  $\tilde{W}_{кЛМ_1}^{к(j)}$ .

При этом количество деловых и дровяных деревьев для диаметра  $d_{s_1}^{к(j)}$  оп-

ределяются в виде  $\tilde{n}_{s_1,дел}^{к(j)} = \text{round}\left(\frac{\hat{n}_{\hat{s},дел}^{к(j)}}{\hat{n}_{\hat{s},дел}^{к(j)} + \hat{n}_{\hat{s}+1,дел}^{к(j)}}\right)$  и

$\tilde{n}_{s_1,дров}^{к(j)} = \text{round}\left(\frac{\hat{n}_{\hat{s},дров}^{к(j)}}{\hat{n}_{\hat{s},дров}^{к(j)} + \hat{n}_{\hat{s}+1,дров}^{к(j)}}\right)$ , где  $\text{round}$  — функция, определяющая ближай-

шее целое число к заданному значению.

Соответственно для диаметра  $d_{s_1+1}^{к(j)}$  количество деловых и дровяных деревьев определяются соотношениями  $\tilde{n}_{s_1+1,дел}^{к(j)} = \hat{n}_{\hat{s},дел}^{к(j)} - \tilde{n}_{s_1,дел}^{к(j)}$  и



$\tilde{n}_{s_1+1, \text{дров}}^{k(j)} = \hat{n}_{s_1, \text{дров}}^{k(j)} - \tilde{n}_{s_1, \text{дров}}^{k(j)}$ . Тогда объем круглых лесоматериалов длиной  $L$  для ведомости перечета  $\tilde{W}_{\text{КЛМ}_1}^{k(j)}$  определяется в следующем виде  $\hat{v}_{s_1, \text{дел}}^{k(j)} = \hat{v}_{s_1, L}^{k(j)} \cdot \hat{n}_{s_1, \text{дел}}^{k(j)}$  для деловых и  $\hat{v}_{s_1, \text{дров}}^{k(j)} = \hat{v}_{s_1, L}^{k(j)} \cdot \hat{n}_{s_1, \text{дров}}^{k(j)}$  для дровяных КЛМ  $d_{s_1}^{k(j)}$  диаметра и  $L$  длины, где  $s_1 = 1, 2, \dots, \tilde{m}_1^{k(j)}$ ;  $v_{s_1}^{k(j)}$  — объем бревна длиной  $L$  и диаметра  $d_{s_1}^{k(j)}$  [4].

Следует отметить, что предложенная процедура определения ведомости КЛМ может быть использована для оценки ущерба от незаконных рубок лесонасаждений. В этом случае производится обмер диаметров  $d_{1, \text{пня}}^{k(j)}$  пней и составляется ведомость перечета пней на лесосеке  $W_{\text{пня}}^{k(j)}$ , с градацией диаметров 2 либо 4 см. Очевидно, что ведомость КЛМ  $\tilde{W}_{\text{КЛМ}}^{k(j)}$  определяется в соответствии с вышеизложенной последовательностью операций.

Затем определяются ведомости перечета деревьев на лесосеке  $W_{\text{дер}}^{k(j)}$ , для чего требуется в соответствии с вышеописанной операцией определить массив соответствия  $(d_{1, \text{пня}}^{k(j)}; d_{1, \text{4, дер}}^{k(j)})$  значений диаметров пней  $d_{1, \text{пня}}^{k(j)}$  и диаметров деревьев  $d_{1, \text{4, дер}}^{k(j)}$  на высоте груди с градацией в 4 см.

С учетом массива соответствия  $(d_{1, \text{пня}}^{k(j)}; d_{1, \text{4, дер}}^{k(j)})$  определяются диаметры  $d_{1, \text{пня}}^{k(j)}$ , соответствующие диаметру дерева  $d_{1, \text{4, дер}}^{k(j)}$ , где  $l_{\text{пня}} = l_{1, \text{4, дер}}^{\text{нач}}, l_{1, \text{4, дер}}^{\text{нач}} + 1, \dots, l_{1, \text{4, дер}}^{\text{кон}}$ . Затем для диаметра  $d_{1, \text{4, дер}}^{k(j)}$  на основе найденных диаметров  $d_{1, \text{пня}}^{k(j)}$  рассчитывается количество

$$\text{деловых } n_{1, \text{4, дер}, \text{дел}}^{k(j)} = \sum_{l=l_{1, \text{4, дер}}^{\text{нач}}, \text{дел}}^{l_{1, \text{4, дер}}^{\text{кон}}} d_{1, \text{пня}}^{k(j)} \text{ и дровяных деревьев } n_{1, \text{4, дер}, \text{дров}}^{k(j)} = \sum_{l=l_{1, \text{4, дер}}^{\text{нач}}, \text{дров}}^{l_{1, \text{4, дер}}^{\text{кон}}} d_{1, \text{пня}}^{k(j)}.$$

В заключение для диаметра  $d_{1, \text{4, дер}}^{k(j)}$  определяется объем деловой  $v_{1, \text{4, дер}, \text{дел}}^{k(j)} = v_{1, \text{4, дер}, L}^{k(j)} \cdot n_{1, \text{4, дер}, \text{дел}}^{k(j)}$  и дровяной древесины  $v_{1, \text{4, дер}, \text{дров}}^{k(j)} = v_{1, \text{4, дер}, L}^{k(j)} \cdot n_{1, \text{4, дер}, \text{дров}}^{k(j)}$ , где  $v_{1, \text{4, дер}, L}^{k(j)}$  — объем бревна длиной  $L$  и диаметра  $d_{1, \text{4, дер}}^{k(j)}$  [4].

Для проверки адекватности предложенной процедуры определения ведомости перечета КЛМ  $\tilde{W}_{\text{КЛМ}}^{k(j)}$ , проведены численные расчеты в программной среде MATLAB.

Исходные данные, используемые для расчетов, представлены ведомостью перечета деревьев ели и пихты при отводе и таксации делянки «Лесная дорога 2», расположенной в выделе 19/0 квартала № 19 Вольдинского участкового лесничества Помоздинского лесничества Комитета лесов РК.

При разработке лесосеки применяется машинная технология. Продукция лесозаготовки — круглые лесоматериалы длиной 4 либо 6 м, с припуском на длину 10 см, с высотой пня 30 см и минимальным допустимым диаметром КЛМ 4 см.

Численные расчеты приводились в двух вариантах — заготовка КЛМ длиной 4 и 6 м. Как показывают расчеты, наблюдается снижение величины выхода круглых лесоматериалов, при увеличении длины заготавливаемых сортиментов.

Ведомости перече́та деревьёв и кругл́ых лесоматериалов (площадь делянки).											
Лесничество: Помоздинское.		Участковое лесничество: Вольдинское.				Квартал: 19.					
Делянка: Лесная дорога 2.		Выдел: 19(0).		Порода: Ель.		Технология ЛЗ: машинная.					
Длина КЛМ: 4м.		Припуск длины: 0.1м.		Высота пня: 0.3м.		Минимум диаметра реза: 4см.					
1. Ведомость перече́та деревьёв.						2. Ведомость кругл́ых лесоматериалов (КЛМ).					
Диа-метр, см	Объём ствола, куб.м	Деловые деревьёв,		Дровяные деревьёв,		Тол-щина, см	Объём ствола, куб.м	Деловые деревьёв,		Дровяные деревьёв,	
		шт.	куб.м	шт.	куб.м			шт.	куб.м	шт.	куб.м
8	0.023	40	0.92	0	0	4	0.0093	69	0.6417	12	0.1116
12	0.07	68	4.76	7	0.49	5	0.013	119	1.547	22	0.286
16	0.15	119	17.85	14	2.1	6	0.017	177	3.009	35	0.595
20	0.26	184	47.84	54	14.04	7	0.021	146	3.066	27	0.567
24	0.42	137	57.54	31	13.02	8	0.026	129	3.354	24	0.624
28	0.61	23	14.03	5	3.05	9	0.032	138	4.416	24	0.768
32	0.85	9	7.65	0	0	10	0.037	129	4.773	20	0.74
36	1.13	5	5.65	0	0	11	0.045	156	7.02	30	1.35
Итого:		585	156.2	111	32.7	12	0.053	190	10.07	36	1.908
Всего:		696	188.9			13	0.062	157	9.734	37	2.294
						14	0.073	288	21.02	75	5.475
						16	0.095	256	24.32	64	6.08
						18	0.12	89	10.68	19	2.28
						20	0.147	23	3.381	1	0.147
						22	0.178	17	3.026	0	0
						24	0.21	1	0.21	0	0
						26	0.25	5	1.25	0	0
						Итого КЛМ:		2089	111.5	426	23.23
						Выход (%):			71.4		71
						Всего КЛМ:		2515	134.7		
						Выход (%):			71.3		

**Рис. 1.** Скриншот результатов определения ведомости перече́та КЛМ длиной 4 м (ель, выдел 19/0, квартал 19, делянка Лесная дорога 2, Вольдинское участковое лесничество, Помоздинского лесничества РК)

Ведомости перече́та деревьёв и кругл́ых лесоматериалов (площадь делянки).											
Лесничество: Помоздинское.		Участковое лесничество: Вольдинское.				Квартал: 19.					
Делянка: Лесная дорога 2.		Выдел: 19(0).		Порода: Ель.		Технология ЛЗ: машинная.					
Длина КЛМ: 6м.		Припуск длины: 0.1м.		Высота пня: 0.3м.		Минимум диаметра реза: 4см.					
1. Ведомость перече́та деревьёв.						2. Ведомость кругл́ых лесоматериалов (КЛМ).					
Диа-метр, см	Объём ствола, куб.м	Деловые деревьёв,		Дровяные деревьёв,		Тол-щина, см	Объём ствола, куб.м	Деловые деревьёв,		Дровяные деревьёв,	
		шт.	куб.м	шт.	куб.м			шт.	куб.м	шт.	куб.м
8	0.023	40	0.92	0	0	4	0.016	62	0.992	11	0.176
12	0.07	68	4.76	7	0.49	5	0.023	68	1.564	10	0.23
16	0.15	119	17.85	14	2.1	6	0.028	61	1.708	6	0.168
20	0.26	184	47.84	54	14.04	7	0.036	83	2.988	14	0.504
24	0.42	137	57.54	31	13.02	8	0.045	98	4.41	22	0.99
28	0.61	23	14.03	5	3.05	9	0.055	100	5.5	20	1.1
32	0.85	9	7.65	0	0	10	0.065	82	5.33	13	0.845
36	1.13	5	5.65	0	0	11	0.08	122	9.76	24	1.92
Итого:		585	156.2	111	32.7	12	0.093	223	20.74	47	4.371
Всего:		696	188.9			13	0.108	80	8.64	21	2.268
						14	0.123	109	13.41	31	3.813
						16	0.155	147	22.79	33	5.115
						18	0.194	22	4.268	3	0.582
						20	0.23	15	3.45	1	0.23
						22	0.28	9	2.52	0	0
						24	0.33	5	1.65	0	0
						Итого КЛМ:		1286	109.7	256	22.31
						Выход (%):			70.2		68.2
						Всего КЛМ:		1542	132		
						Выход (%):			69.9		

**Рис. 2.** Скриншот результатов определения ведомости перече́та КЛМ длиной 6 м (ель, выдел 19/0, квартал 19, делянка Лесная дорога 2, Вольдинское участковое лесничество, Помоздинского лесничества РК)

Ведомости перече́та деревьёв и круглых лесоматериалов (площадь делянки).											
Лесничество: Помоздинское.			Участковое лесничество: Вольдинское.			Квартал: 19.					
Делянка: Лесная дорога 2.			Выдел: 19(0).			Порода: Пихта.			Технология ЛЗ: машинная.		
Длина КЛМ: 4м.			Припуск длины: 0.1м.			Высота пня: 0.3м.			Минимум диаметра реза: 4см.		
1. Ведомость перече́та деревьёв.						2. Ведомость круглых лесоматериалов (КЛМ).					
Диа-метр, см	Объём ствола, куб.м	Деловые деревья,		Дровяные деревья,		Тол-щина, см	Объём ствола, куб.м	Деловые деревья,		Дровяные деревья,	
		шт.	куб.м	шт.	куб.м			шт.	куб.м	шт.	куб.м
12	0.07	7	0.49	0	0	4	0.0093	2	0.0186	0	0
16	0.15	2	0.3	0	0	5	0.013	3	0.039	0	0
20	0.26	7	1.82	0	0	6	0.017	2	0.034	0	0
24	0.42	7	2.94	0	0	7	0.021	5	0.105	0	0
28	0.61	2	1.22	0	0	8	0.026	8	0.208	0	0
Итого:		25	6.77	0	0	9	0.032	7	0.224	0	0
Всего:		25	6.77			10	0.037	7	0.259	0	0
						11	0.045	7	0.315	0	0
						12	0.053	8	0.424	0	0
						13	0.062	5	0.31	0	0
						14	0.073	7	0.511	0	0
						16	0.095	12	1.14	0	0
						18	0.12	6	0.72	0	0
						20	0.147	1	0.147	0	0
						22	0.178	1	0.178	0	0
						Итого КЛМ:		81	4.633	0	0
						Выход (%):			68.4		0
						Всего КЛМ:		81	4.633		
						Выход (%):			68.4		

**Рис. 3.** Скриншот результатов определения ведомости перече́та КЛМ длиной 4 м (пихта, выдел 19/0, квартал 19, делянка Лесная дорога 2, Вольдинское участковое лесничество, Помоздинского лесничества РК)

Ведомости перече́та деревьёв и круглых лесоматериалов (площадь делянки).											
Лесничество: Помоздинское.			Участковое лесничество: Вольдинское.			Квартал: 19.					
Делянка: Лесная дорога 2.			Выдел: 19(0).			Порода: Пихта.			Технология ЛЗ: машинная.		
Длина КЛМ: 6м.			Припуск длины: 0.1м.			Высота пня: 0.3м.			Минимум диаметра реза: 4см.		
1. Ведомость перече́та деревьёв.						2. Ведомость круглых лесоматериалов (КЛМ).					
Диа-метр, см	Объём ствола, куб.м	Деловые деревья,		Дровяные деревья,		Тол-щина, см	Объём ствола, куб.м	Деловые деревья,		Дровяные деревья,	
		шт.	куб.м	шт.	куб.м			шт.	куб.м	шт.	куб.м
12	0.07	7	0.49	0	0	4	0.016	3	0.048	0	0
16	0.15	2	0.3	0	0	5	0.023	2	0.046	0	0
20	0.26	7	1.82	0	0	6	0.028	1	0.028	0	0
24	0.42	7	2.94	0	0	7	0.036	2	0.072	0	0
28	0.61	2	1.22	0	0	8	0.045	6	0.27	0	0
Итого:		25	6.77	0	0	9	0.055	4	0.22	0	0
Всего:		25	6.77			10	0.065	4	0.26	0	0
						11	0.08	4	0.32	0	0
						12	0.093	5	0.465	0	0
						13	0.108	3	0.324	0	0
						14	0.123	5	0.615	0	0
						16	0.155	8	1.24	0	0
						18	0.194	1	0.194	0	0
						20	0.23	1	0.23	0	0
						Итого КЛМ:		49	4.332	0	0
						Выход (%):			64		0
						Всего КЛМ:		49	4.332		
						Выход (%):			64		

**Рис. 4.** Скриншот результатов определения ведомости перече́та КЛМ длиной 6 м (пихта, выдел 19/0, квартал 19, делянка Лесная дорога 2, Вольдинское участковое лесничество, Помоздинского лесничества РК)

Таким образом, полученные результаты численных расчетов позволяют сделать следующие выводы:

Во-первых, предложенная процедура позволяет определить ведомость круглых лесоматериалов заданной длины с учетом минимального допустимого диаметра КЛМ на основе ведомости перечета деревьев при отводе и таксации лесосек.

Во-вторых, получаемые ведомости круглых лесоматериалов позволяют лесозаготовительному предприятию спланировать объем реализуемой продукции, а деревообрабатывающему предприятию спланировать и обосновать объем и номенклатуру продукции лесопиления, получаемой из древесины, заготавливаемой на конкретной лесосеке лесозаготовительного предприятия.

#### **Библиографический список**

1. ГОСТ 17461-94. Технология лесозаготовительной промышленности. Термины и определения [Текст]. — Москва, 1985. — 21 с.
2. Анучин, Н. П. Лесная таксация [Текст] : учебник для вузов / Н. П. Анучин. — Изд. 5-е перераб. и доп. — Москва : Лесн. пром-сть, 1982. — 552 с.
3. Евстафьев, Н. Г. К вопросу определения разряда высот при отводе и таксации лесосеки [Электронный ресурс] / Н. Г. Евстафьев, В. В. Королёв, А. В. Потапов // Февральские чтения : сб. материалов науч.-практ. конф. проф.-препод. состава Сыкт. лесн. ин-та по итогам науч.-исслед. работы в 2016 г. (Сыктывкар, 18—20 февр. 2016 г.). — Сыктывкар : СЛИ, 2016. — 1 электрон. опт. диск (CD-ROM).
4. ГОСТ 2708-75. Лесоматериалы круглые. Таблицы объемов [Текст]. — Москва, 2006. — 17 с.

В работе рассмотрены результаты оценки конкурентной способности видов кустарниковой и травянистой растительности в средней подзоне тайги Республики Коми с целью разработки методов борьбы с нежелательной древесной растительностью на просеках ЛЭП

**Ключевые слова:** ЛЭП, зарастание просек, борьба с нежелательной растительностью, посевы трав и травосмесей.

**Л. М. Пахучая,**  
старший преподаватель  
(Сыктывкарский лесной институт)

## НАЧАЛЬНЫЕ ЭТАПЫ ЗАРАСТАНИЯ ЛЭП ПОСЛЕ ИХ РАСЧИСТКИ

Целью исследования была оценка возможности использования посевов трав для борьбы с нежелательными древесными породами (береза, осина, ивы древовидные, сосна, ель) на просеках линий электропередач (далее — ЛЭП). Определенный интерес также представляет сравнение процессов зарастания расчищенных участков с аналогичными процессами в малонарушенных лесах [1, 2]. В связи с этим задачи работы включали разработку программы и методики исследования, наблюдение за состоянием посевов на объектах исследования, сравнительный анализ результатов посева для оценки возможности использования травянистых растений в качестве конкурентов древесным видам на просеках ЛЭП.

В соответствии с программой работ в качестве объектов исследования выбраны расчищенные участки просеки ЛЭП ВЭЛ-181 в районе В. Максаковки (1—2 км от поворота трассы из Красного Затона на В. Максаковку). Два блока опытных участков заложены в начале (15 микроделенок) и конце (21 микроделенка) расчищенной просеки ЛЭП общей длиной около 1200 м (6 пролетов между опорами). При ширине просеки около 20 м расстояние между микроделенками в ряду и между рядами — 5 м, расстояние крайних микроделенок от стены леса — 5 м. Размер микроделенки (1 × 1) м, площадь — 1 м<sup>2</sup>. Положение и границы микроделенок отмечались колышками и рейками. Обработка почвы выполнялась вручную путем рыхления граблями на глубину 5—10 см.

Лесоводственные и таксационные исследования выполнены на основе традиционных методов [3, 4]. Закладка микроделенок выполнялась согласно соответствующим рекомендациям [5]. При оценке встречаемости видов живого напочвенного покрова, характера возобновления древесных и кустарниковых пород учитывали положения общего лесоводства [3]. При статистической обработке материалов использовали общепринятые методы [6].

Норму высева принимали в соответствии с рекомендациями по посеву газонных трав. Семена вейника собраны в естественных условиях. Семена других трав приобретены в специализированных отделах розничной торговли. Виды трав блока 1 и блока 2 показаны в табл. 1. Нормы высева семян (г/1 м<sup>2</sup>) на микроделенках приведена в табл. 2.

**Таблица 1.** Виды трав и травосмесей, использованные для посева трав в блоках 1 и 2 микроделянок (размер микроделянки (1 × 1) м).

Номер ряда в блоке	Номер микроделянки в ряду		
	1	2	3
Блок 1			
1	Вейник	Вейник	Вейник
2	Райграс + овсяница	Райграс + овсяница	Райграс + овсяница
3	Мятлик	Мятлик	Мятлик
4	Травосмесь «Эколоун»	Травосмесь «Эколоун»	Травосмесь «Эколоун»
5	Горчица	Горчица	Горчица
Блок 2			
1	Вейник	Вейник	Вейник
2	Райграс + овсяница	Райграс + овсяница	Райграс + овсяница
3	Мятлик	Мятлик	Мятлик
4	Травосмесь «Эколоун»	Травосмесь «Эколоун»	Травосмесь «Эколоун»
5	Горчица	Горчица	Горчица
6	Райграс + овсяница	Райграс + овсяница	Райграс + овсяница
7	Травосмесь «Эколоун»	Травосмесь «Эколоун»	Травосмесь «Эколоун»

**Таблица 2.** Нормы высева семян (г/м<sup>2</sup>) на опытных участках (микроделянках)

Вид, травосмесь	Нормы высева семян (г/м <sup>2</sup> )
Вейник	0,6—1,2
Райграс + овсяница	30,0—40,0
Мятлик луговой	15,0—20,0
Травосмесь «Эколоун»	30,0—40,0
Горчица	2,5—4,0

Проективное покрытие отдельных видов и всего травостоя определяли глазомерно на микроделянках. Определяли покрытие в процентах отдельными видами, встреченными на них, и общее покрытие травостоя. За 100 % принималась вся поверхность микроделянки. Сравнение степени покрытия посевами трав и травосмесей на микроделянках блоков 1 и 2 в 2012 и 2013 гг. показано в табл. 3.

**Таблица 3.** Средняя степень покрытия посевами трав и травосмесей на микроделянках в блоках 1 и 2 в 2013 и 2012 гг. (%)

Вид посева	Средняя степень покрытия микроделянок посевами
2013 г.	
1 — вейник	2,5
2 — райграс + овсяница	33,3
3 — мятлик	13,3
4 — травосмесь «Эколоун»	55,5
5 — горчица	0
2012 г.	
1 — вейник	4,2
2 — райграс + овсяница	73,3
3 — мятлик	50,0
4 — травосмесь «Эколоун»	69,0
5 — горчица	0

Анализ данных табл. 3 показывает, что и в 2012 г., и в 2013 г. наибольшая степень покрытия наблюдается для травосмеси «Эколоун» (в среднем для 1 и 2 блоков 62,2 %) и смеси «Райграс + овсяница» (в среднем для 1 и 2 блоков 53,3 %). Мятлик занимает по оценкам промежуточное между данными смесями положение (в среднем для 1 и 2 блоков 41,7 %). Горчица, как однолетнее растение, на конец 2012 г. и в 2013 г. показала нулевой результат. Степень покрытия вейника наименьшая для всех многолетних культур (в среднем для 1 и 2 блоков 3,4 %), что свидетельствует о важности обеспечения опытов качественным семенным материалом.

Для всех многолетних трав характерно уменьшение степени покрытия посевов в следующем после года посевов году. В наибольшей степени это выражено для травосмеси «Райграс + овсяница» — 40 %, в наименьшей — для травосмеси «Эколоун» — 13,5 %.

Полученные выводы согласуются с результатами однофакторного дисперсионного анализа, свидетельствующего о том, что влиянием вида трав или травосмесей определяется практически вся изменчивость степени покрытия всходами микроделянок (96,4—98,9 %). На влияние случайных факторов остается немного больше одного процента (1,1—3,6 %).

Виды естественного травяного и мохового яруса диагностируют условия увлажнения и уровень плодородия почв и могут оказывать влияние на семенное возобновление хвойных и лиственных пород. На начальных этапах зарастания реального влияния на интенсивность порослевого возобновления пород-пионеров, в частности, ивы древовидной и березы, они не оказывают. На второй год после расчистки не отмечены в составе возобновления ель, осина, ольха и кустарники. В порядке ухудшения условий для возобновления древесных пород на просеках ЛЭП типы леса могут быть расположены следующим образом: хвойные и мягколиственные насаждения зеленомошной и травяной группы типов леса, сосняки зеленомошной и лишайниковой групп типов леса, насаждения долгомошной и сфагновой групп типов леса. Процессы лесовозобновления на расчищенных просеках и в условиях малонарушенных лесов определяются одинаковыми факторами, в том числе — лесорастительными условиями, составом сохранившихся насаждений, периодичностью урожайных лет и др. Однако, на расчищенных просеках возобновление протекает в условиях абсолютной незащищенности всходов и самосева, а обсеменение просека происходит только от стены леса. В малонарушенном насаждении всходы и самосев защищены ярусами основного полога, подростом, подлеском и живым напочвенным покровом. Процесс возобновления менее дискретен, происходит постоянное насыщение молодого поколения всходами, самосевом, мелким, средним и крупным подростом [1, 2]. Роль обсеменителей в первом и втором случае здесь играют деревья хвойных и мягколиственных пород, достигшие возраста семенной возобновительной спелости, а порослевое возобновление обеспечивается экземплярами мягколиственных пород, возраст которых соответствует возрасту порослевой возобновительной спелости. Во втором случае (при расчистке просек ЛЭП) можно оценить максимальное удаление корнеотпрысковых пород (в основном осины) от границ просек, при воздействии на которые корнеотпры-



сковая способность может быть сведена к минимуму. Это может быть достигнуто, например, при локальном использовании арборицидов.

**Заключение.** Для оценки возможного взаимодействия посевов трав и травосмесей с естественным возобновлением древесных растений на участке расчищенной просеки ЛЭП ВЭЛ-181 в районе В. Максаковки в 2012 г. заложены 2 блока микроделянок: 15 микроделянок и 21 микроделянка соответственно. Расстояние между микроделянками в ряду и между рядами — 5 м, расстояние от крайних микроделянок до стены леса — 5 м. Размер микроделянки (1 × 1) м. Обработка почвы выполнена вручную на глубину 5—10 см.

Виды трав и травосмесей: вейник, травосмесь из райграса и овсяницы, мятлик, травосмесь «Эколоун», горчица. Норма высева принята в соответствии с рекомендациями по посеву газонных трав и составила от 0,6 до 40,0 г на 1 м<sup>2</sup>.

Средняя степень покрытия посевами составила в 2012 г.: — вейник — 4,2 %; травосмесь из райграса и овсяницы — 73,3 %; мятлик — 50 %; травосмесь «Эколоун» — 69 %; — горчица — 0 %.

Степень покрытия посевами в 2013 г. составила: вейник — 2,5 %; травосмесь из райграса и овсяницы — 33,3 %; мятлик — 13,3 %; травосмесь «Эколоун» — 55,5 %; — горчица — 0 %.

В 2012 и 2013 гг. наибольшая степень покрытия наблюдалась для травосмеси «Эколоун» (в среднем для 1 и 2 блоков 62,2 %) и смеси «Райграс + овсяница» (в среднем для 1 и 2 блоков 53,3 %). Мятлик занимает по оценкам промежуточное между данными смесями положение (в среднем для 1 и 2 блоков 41,7 %). Горчица как однолетнее растение, на конец 2012 г. и в 2013 г. показала нулевой результат.

Степень покрытия вейника — наименьшая для всех многолетних культур (в среднем для 1 и 2 блоков 3,4 %). Низкие результаты посева вейника, видимо, связаны с тем, что это сборы семян в естественных условиях.

Для всех многолетних трав характерно уменьшение степени покрытия посевов в следующем после года посевов году. В наибольшей степени это выражено для травосмеси «Райграс + овсяница» — 40 %, в наименьшей — для травосмеси «Эколоун» — 13,5 %. Травосмеси показывают более высокий результат, посев семян конкретных видов — более низкий.

На второй год наблюдений на микроделянках не установлено наличие всходов ели, всходов или порослевого возобновления осины, ольхи, кустарников.

#### **Библиографический список**

1. Пахучий, В. В. Коренные леса Республики Коми [Текст] / В. В. Пахучий. — Лесоведение. — 2002. — № 2. — С. 8—12.
2. Пахучий, В. В. Девственные древостои темнохвойной тайги на крайнем юго-востоке Республики Коми [Текст] / В. В. Пахучий. — География и природные ресурсы. — 1997. — № 2. — С. 110—116.
3. Белов, С. В. Лесоводство [Текст] : метод. указ. к проведению учеб. практики / С. В. Белов. — Ленинград, 1973. — 40 с.
4. Моисеев, В. С. Таксация леса [Текст] / В. С. Моисеев. — Ленинград, 1970. — 258 с.
5. Гатаулина, Г. Г. Практикум по растениеводству / Г. Г. Гатаулина, М. Г. Обьедков. — Москва : Колос, 2000. — 216 с.
6. Лакин, Г. Ф. Биометрия [Текст] / Г. Ф. Лакин. — Москва : Высш. шк., 1980. — 292 с.



В работе рассмотрены теоретические положения и дана оценка возможности практического использования пробных площадей, закладываемых не в двух, а в трех измерениях. Выполнено моделирование интегральной характеристики древостоя — запаса древесины на основе 3D-моделирования.

**Ключевые слова:** Таксация насаждений, круговые площадки переменного радиуса, В. Биттерлих, 3D-моделирование.

**В. В. Пахучий,**  
доктор сельскохозяйственных наук, профессор  
(Сыктывкарский лесной институт)

### **3D-ПРОБНЫЕ ПЛОЩАДИ: ТЕОРИЯ, ПРАКТИКА И ОПЫТ МОДЕЛИРОВАНИЯ**

Важнейшей характеристикой древостоя элемента леса является сумма площадей поперечного сечения на 1 га. Исторически развитие технических приемов получения оценок сумм площадей сечения древостоев при таксации насаждений развивалось в направлении исключения необходимости оформления границ таксируемых насаждений и ускорения работ с сохранением точности оценок. В 1948 г. Вальтер Биттерлих описал метод, который в значительной степени позволил достичь этих результатов [1]. При этом важнейшим моментом усовершенствования техники таксации сумм площадей сечения следует считать бесконтактность этого метода. Автором революционного для таксационной науки метода были разработаны различные инструменты для выполнения таких работ — от простейших полнотомеров до зеркального реласкопа и телереласкопа. Реласкоп представлял собой универсальный таксационный инструмент, позволяющий измерять высоту деревьев, корректировать результаты таксации древостоев с учетом уклона местности, определять диаметр стволов растущих деревьев на различной высоте. После опубликования результатов исследования В. Биттерлиха с начала 50-х годов прошлого столетия работы по использованию этого метода выполнялись, развивались и комментировались в Европе, США, Японии и других странах. В результате практической апробации и опытной оценки была показана высокая экономичность и эффективность метода [2], [3], [4], [5], [6] и др.). Опубликованы и публикуются библиографические списки по данному вопросу, по сути отражающие историю развития метода [7], [8]. В отечественной литературе при описании метода, разработанного В. Биттерлихом, обычно используются термины «метод углового шаблона» и «круговые реласкопические площадки». Последний снижает статус круговой пробной площади с изменяющимся радиусом и подчеркивает необходимость закладки достаточного количества таких площадок для получения статистически достоверных оценок суммы площадей сечения древостоя элемента леса.

В англоязычной литературе при характеристике этого метода таксации древостоев используются термины «point sampling», «variable radius», «plotless

sampling», указывающие в основном на отсутствие границ у круговых пробных площадей. В работах отмечаются как достоинства, так и недостатки метода. К его недостаткам обычно относят, в частности, проблемы с учетом затененных деревьев, при работе вблизи опушечной зоны отмечается проблематичность глазомерного определения «высоты груди» стволов, указывается на то, что поперечное сечение стволов на высоте груди не является кругом, а для оценки таксационных характеристик древостоев элемент леса, ярусов и общей характеристики насаждений требуется определение не только сумм площадей сечения, но и других таксационных показателей древостоев элемента леса, определяемых на основе традиционных методов. Тем не менее достоинствами метода являются простота и быстрота получения приемлемых по точности оценок сумм площадей сечения древостоя, достаточная точность, надежность, экономическая эффективность. Не требуется отграничение границ круговых пробных площадей столбами и визирами, работа может выполняться одним сотрудником. С помощью реласкопа возможно получение не только суммы площадей сечения, но и оценки средней высоты древостоев и формы стволов. Метод угловых проб — это технология выборочной оценки, позволяющая получить ошибку среднего значения, а также определить количество закладываемых круговых реласкопических площадок, необходимое для достижения данной точности результата. Получаемые данные удобны для хранения, первичной обработки и последующего анализа.

В России широкое апробирование метода в практике работ по отводу и таксации лесосек выполнялось в конце 60-х — начале 70-х гг. прошлого столетия в различных лесорастительных условиях. Русскоязычная информация о методе угловых проб представлена в учебной литературе [9], [10] и др., а также изданиях, в которых рассматриваются вопросы выборочных методов таксации.

Интересным и перспективным направлением развития метода является использование идеи об уменьшении суммы площадей сечения древостоев элементов леса и насаждений при движении от основания стволов к их вершинам [11]. Т. Хирата рассмотрел изменение сумм площадей сечения и запасов по вертикальным «секциям» для насаждения, сложенного пихтой и липой, до высоты 15 м. Получение этих оценок прямым методом на высотах более 3—4 м проблематично. В связи с этим был использован принцип сравнения толщины деревьев на их различной высоте с критическим диаметром, т. е., диаметром, точно вписывающимся в угловой шаблон В. Биттерлиха. В рассматриваемой работе диаметры на различных высотах определялись реласкопом Биттерлиха. Хотя определение диаметров на различной высоте ствола возможно и специальной мерной вилкой [12].

Аналогичный подход был использован в данной работе для моделирования послойных запасов древесины в сосняках на осушаемых лесных землях в Корткеросском лесничестве Республики Коми. Главный результат 3D-подхода в том, что без таксационных нормативов можно определить интегральный показатель древостоя — наличный запас древесины. Метод построен на представлении о возможности суммировании послойных значений запасов при наличии сумм площадей сечений древостоя на высотах, соответствующих серединам

этих слоев. Метод предложен проф. Т. Хиратой [11]. Насаждения на объектах моделирования представлены практически чистыми, хорошо просматриваемыми сосняками сфагновыми с небольшой высотой древостоя. Для изучаемых насаждений имеются все характеристики древостоев элементов леса и общая характеристика насаждений, а также достаточное количество модельных и учетных деревьев.

При определении сумм площадей сечения на различных высотах использовали средние таксационные показатели древостоев и данные, характеризующие 5—6 модельных деревьев. Рассматривали случай с равномерным размещением деревьев на площади, когда деревья расположены в центрах равносторонних шестиугольников, образующих гексагональную решетку. На предпочтительность такого покрытия по сравнению, например, с разбиением лесного участка на квадраты, указывал С. В. Белов [13]. По нашему мнению, достоинством гексагональной решетки является также постепенность увеличения количества равноудаленных от центра круговой пробной площади деревьев (в данном случае — модельных деревьев или центров гексагонов).

Принят следующий порядок моделирования при определении послойных значений запаса и запаса древостоя. По густоте древостоя рассчитывается площадь питания одного дерева и сторона правильного шестиугольника ( $a$ ). По стороне шестиугольника ( $a$ ) и постоянным коэффициентам рассчитываются радиусы окружностей, на которых расположены равноудаленные от единого центра круговой пробной площади модельные деревья. По радиусам окружностей рассчитываются критические диаметры деревьев, расположенных на каждой из окружностей. Средние диаметры модельных деревьев на высоте середины расчетных слоев толщиной 1 м (в данном случае — 0,5; 1,5; 2,5 м и т. д.) сравниваются с критическими диаметрами для каждой из окружностей. Если средний диаметр модельного дерева превышает величину критического диаметра, то вклад каждого дерева в запас слоя на данной окружности соответствует  $1 \text{ м}^3/\text{га}$ , а вклад деревьев в запас слоя на конкретной окружности равен произведению количества деревьев на окружности на  $1 \text{ м}^3/\text{га}$ . Запас древесины древостоя равен сумме запасов слоев. Если в насаждении несколько пород, указанная процедура повторяется для каждой породы.

Как указывалось выше, деревья расположены в центрах равносторонних шестиугольников, образующих гексагональную решетку. Сторона шестиугольника ( $a$ ) рассчитывается по известному соотношению:

$$S = \left[ \frac{3\sqrt{3}}{2} \right] a^2$$

где  $S$  — площадь питания одного дерева.

Равное удаление деревьев от центра круговой пробной площади определяется их положением на окружностях, описанных через центры шестиугольников из точки, являющейся общей вершиной трех шестиугольников. Радиусы окружностей могут быть определены как произведение стороны шестиугольника ( $a$ ) на коэффициенты 1, 2,  $\sqrt{7}$ ,  $\sqrt{13}$ , 4,  $\sqrt{19}$ , 5,  $\sqrt{28}$  и т. д. по мере их удале-

ния от общего центра окружностей на основе известных соотношений элементов равностороннего шестиугольника. Количество деревьев, расположенных на этих окружностях составляет, 3, 3, 6, 6, 3, 6, 3, 6 и т. д.

Критический диаметр деревьев ( $D$ ) при использовании полнотомера с коэффициентом 1,0 может быть рассчитан из соотношения  $D/R = 1/50$ , где  $R$  — расстояние от центра круговой пробной площади до дерева.

Результаты расчетов послыонных значений запаса на участках с пробными площадями 25, 11, 9 [14] приведены в табл. 1—3.

Зависимость между послыонными запасами древесины на различных высотах ( $Y$ ) и высотой расположения середины этих слоев ( $X$ ) может быть описана полиномами, например, второй степени:

$$\text{для пробной площади 25 — } Y = 0,078X^2 - 3,327X + 27,226 (R^2 = 0,97) (1);$$

$$\text{для пробной площади 11 — } Y = 0,250X^2 - 3,786X + 14,759 (R^2 = 0,91) (2);$$

$$\text{для пробной площади 9 — } Y = 0,214X^2 - 3,771X + 27,861 (R^2 = 0,89) (3).$$

Анализ уравнений показывает, что наблюдается естественное уменьшение послыонных запасов древесины с увеличением высоты. Теснота связи высокая —  $R^2 = 0,89—0,97$ , т. е. изменением высоты определяется 89—97 % изменчивости запаса.

**Таблица 1.** Запасы древесины в слоях толщиной 1 м в вертикальном профиле древостоя на пробной площади 25

Высота середины расчетных слоев, м	Средние диаметры модельных деревьев на высоте середины расчетных слоев, см	Вклад деревьев в запас слоя для критического диаметра деревьев ( $D$ , см) (в числителе), рассчитываемого по расстоянию от центра круговой пробной площади ( $R$ , м) (в знаменателе)						Общий запас древесины в расчетном слое, м <sup>3</sup> /га
		$\frac{3,72}{1,86}$	$\frac{7,46}{3,73}$	$\frac{9,86}{4,93}$	$\frac{13,44}{6,72}$	$\frac{14,88}{7,44}$	$\frac{16,22}{8,11}$	
11,5	0,6	0	0	0	0	0	0	0
10,5	3,2	0	0	0	0	0	0	0
9,5	5,4	3	0	0	0	0	0	3
8,5	7,3	3	0	0	0	0	0	3
7,5	8,3	3	3	0	0	0	0	6
6,5	10,9	3	3	6	0	0	0	12
5,5	12,0	3	3	6	0	0	0	12
4,5	13,2	3	3	6	0	0	0	12
3,5	13,8	3	3	6	6	0	0	18
2,5	14,8	3	3	6	6	0	0	18
1,5	16,0	3	3	6	6	3	0	21
0,5	18,4	3	3	6	6	3	6	27
<b>ИТОГО</b>		30	24	42	24	6	6	132

**Примечания:**

1. Отдельные таксационные показатели насаждения: состав — 10С ед. Е, ед. Б.; средний диаметр сосны — 15,0 см; средняя высота сосны — 11,4 м; абсолютная полнота — 19,6 м<sup>2</sup>/га; густота — 1110 шт./га.

2. Сторона шестиугольника ( $a$ ) равна 1,86 м.

**Таблица 2.** Запасы древесины в слоях толщиной 1 м  
в вертикальном профиле древостоя на пробной площади 11

Высота середины расчет- ных слоев, м	Средние диаметры модельных деревьев на высоте середины расчетных слоев, см	Вклад деревьев в запас слоя для критического диаметра деревьев ( $D$ , см) (в числителе), рассчитываемого по расстоянию от центра круговой пробной площади ( $R$ , м) (в знаменателе)				Общий запас древесины в расчетном слое, м <sup>3</sup> /га
		<u>3,46</u> 1,73	<u>6,92</u> 3,46	<u>9,18</u> 4,59	<u>12,48</u> 6,24	
6,5	1,3	0	0	0	0	0
5,5	3,5	3	0	0	0	3
4,5	5,2	3	0	0	0	3
3,5	6,5	3	0	0	0	3
2,5	7,8	3	3	0	0	6
1,5	9,2	3	3	6	0	12
0,5	11,0	3	3	6	0	12
<b>ИТОГО</b>		18	9	12	0	39

**Примечания:**

1. Отдельные таксационные показатели насаждения: состав — 10С ед. Б.; средний диаметр сосны — 9,8 см; средняя высота сосны — 6,9 м; абсолютная полнота — 9,7 м<sup>2</sup>/га; густота — 1287 шт./га.
2. Сторона шестиугольника (а) равна 1,73 м.

**Таблица 3.** Запасы древесины в слоях толщиной 1 м  
в вертикальном профиле древостоя на пробной площади 9

Высота середины расчетных слоев, м	Средние диаметры модельных деревьев на высоте середины расчетных слоев, см	Вклад деревьев в запас слоя для критического диаметра деревьев ( $D$ , см) (в числителе), рассчитываемого по расстоянию от центра круговой пробной площади ( $R$ , м) (в знаменателе)			Общий запас древесины в расчетном слое, (м <sup>3</sup> /га)
		<u>3,38</u> 1,69	<u>6,76</u> 3,38	<u>8,96</u> 4,48	
4,5	2,0	0	0	0	0
3,5	4,3	3	0	0	3
2,5	5,9	3	0	0	3
1,5	7,2	3	3	0	6
0,5	8,9	3	3	0	6
<b>ИТОГО</b>		12	6	0	18

**Примечания:**

1. Отдельные таксационные показатели насаждения: состав — 10С + Б.; средний диаметр сосны — 7,3 см; средняя высота сосны — 5,1 м; абсолютная полнота — 5,6 м<sup>2</sup>/га; густота — 1339 шт./га.
2. Сторона шестиугольника (а) равна 1,69 м.

Чем меньше общая высота древостоя, тем большая доля общего запаса сосредоточена в его нижних слоях. Так, в древостое с высотой около 11 м (пробная площадь 25) более 80 % запаса сконцентрировано в слоях до высоты 6 м, при высоте древостоя около 7 м (пробная площадь 11) — в слоях до 4 м, а при высоте около 5 м (пробная площадь 9) — в слоях до высоты 3 м. Анализ изменения «слоев запаса» с высотой в пихтово-липовом насаждении [12] показыва-

ет, что здесь основная доля запаса сосредоточена до высоты 7—8 м и составляет 66—71 % (167 из 254 м<sup>3</sup> на 1 га), т. е. можно ограничиться определением критических диаметров, сумм площадей сечения и запасов слоев в нижней части древесного полога, а запас древесины для верхних слоев рассчитать по уравнениям связи между послойными запасами древесины (Y) и высотой расположения этих слоев (X). Экстраполяция допустима на 1/3 имеющегося ряда данных при криволинейной зависимости или на 1/2 ряда при прямолинейной зависимости. Поэтому, видимо, целесообразно описание зависимостей, по возможности, более простыми уравнениями связи. Так для пробной площади 25 это 6—7 нижних слоев. Для слоев от 0,5 до 6,5 м (7 из 12 слоев) уравнение прямолинейной зависимости имеет вид:

$$Y = -2,46X + 25,8 (R^2 = 0,88), \quad (1)$$

где Y — запас древесины в слое, м<sup>3</sup>/га, X — высота середины слоя, м.

**Таблица 4.** Сравнение послойных запасов древесины, полученных по уравнению (4) и запасов древесины по данным моделирования

X — высота середины слоя, м	0,5	1,5	2,5	3,5	4,5	5,5	6,5	7,5	8,5	9,5	10,5	11,5	ИТОГО
Y — запас слоев по уравнению (1), м <sup>3</sup> /га	25	22	20	18	15	12	9	7	4	2	—	—	134
Запас по данным моделирования, м <sup>3</sup> /га	27	21	18	18	12	12	12	6	3	3	0	0	132

Сравнение суммы послойных значений запасов, полученных по уравнению (1), — 134 м<sup>3</sup>/га, и запаса древостоя, полученного по результатам моделирования — 132 м<sup>3</sup>/га, позволяет считать, что экстраполирование запаса слоев на основе меньшей выборки парных значений запаса и высоты допустимо.

Сравнение с «истинными» значениями запаса на опытных участках, полученными табличным методом, по данным перечета, показало, что ошибка для запасов, полученных на основе моделирования, составила ±10 % (табл. 5). Однако, необходимо учитывать, что «истинные» (по данным перечета на пробных площадях) значения запаса, получены по таблицам, заслуживающим критической оценки, т. к. это таксационные нормативы, экстраполированные в Республику Коми из Архангельской области [15]. Учитывая складывающуюся ситуацию с обеспечением региональными таксационными нормативами отдельных регионов России, можно считать, что здесь использование метода таксации, позволяющего без нормативов определить запас древесины, целесообразно. Особое значение это может иметь при таксации насаждений с участием пород, для которых таксационные нормативы практически отсутствуют (например, кедра), оценке эффективности лесоводственных мероприятий, например, при гидромелиорации [16] или использовании методов исследования, требующих альтернативных методов сравнения [17].

**Таблица 5.** Сравнение запасов насаждений, полученных по данным моделирования, и запасов, полученных по данным перечета на основе традиционного (табличного) метода таксации

Номер пробной площади	Запас по данным моделирования, м <sup>3</sup> /га	Запас по данным перечета, м <sup>3</sup> /га	Отклонение данных моделирования от перечетных данных, м <sup>3</sup> /га/%
25	132	120	+12/10,0
11	39	40	-1/-2,5
9	18	20	-2/-10,0

### **Выводы и предложения:**

1. Введение третьего измерения (высоты) при закладке круговых пробных площадей с изменяющимся радиусом позволяет на основе суммирования послойных значений запасов получить общий запас древостоя без региональных таксационных нормативов.

2. Диаграмма изменения послойных запасов древесины с высотой древостоя является количественной характеристикой его вертикальной структуры.

3. Получение послойных значений древесного запаса в труднодоступной верхней части древостоя может быть заменено на их расчет (экстраполирование) на основе расчетов по уравнению связи между запасами древесины слоев и высотой их расположения в нижней части древостоя.

4. Различия между общими запасами древесины насаждения, полученными на основе суммирования послойных запасов, и запасами насаждений, полученными традиционным табличным методом, в заболоченных сосняках находятся в пределах  $\pm 10\%$ .

5. Для повышения точности оценок послойных значений запаса и общего запаса насаждения можно рекомендовать использовать толщину вертикальных секций (слоев) менее 1,0 м и полнотомеры с коэффициентом 0,5, а не 1,0.

### **Библиографический список**

1. Bitterlich, W. Die Winkelzahlprobe [Text] / W. Bitterlich // Allgemeine Forst und Holzwirtschaftliche Zeitung. — 1948. — 59 (1/2). — P. 4—5.
2. Grosenbaugh, L. R. Plotless timber estimates-new, fast, easy [Text] / L. R. Grosenbaugh // J. For. — 1952. — Vol. 50, № 1. — P. 32—37.
3. Hirata, T. Height estimation through Bitterlich's method [Text] / T. Hirata // Japanese Journal of Forestry. — 1955. — 37. — P. 479—480.
4. Bruce, D. A new way to look at trees [Text] / D. Bruce // J. For. — 1955. — Vol. 53, № 3. — P. 163—167.
5. Deitschman, G. H. Plotless timber cruising tested in upland hardwoods [Text] / G. H. Deitschman // J. For. — 1956. — Vol. 54, № 12. — P. 844—845.
6. Gould, E. M. The Harvard forest prism holder for point sampling [Text] / E. M. Gould // J. For. — 1957. — Vol. 55, № 10. — P. 730—731.
7. Thomson, G. W. Bibliography of world literature on the Bitterlich method of plotless cruising, 1947—1959 [Text] / G. W. Thomson, G. H. Deitschman ; Iowa State University of Science and Technology // Agricultural and Home Economics Experiment Station. — 1959. — 10 p.
8. URL: [environment.yale.edu/content/documents/00001674/Point-Sampling.pdf](http://environment.yale.edu/content/documents/00001674/Point-Sampling.pdf) (Bibliography Point Sampling).
9. Анучин, Н. П. Лесная таксация [Текст] : учебник для вузов / Н. П. Анучин. — 5-е издание. — Москва : Лесн. пром-сть, 1982. — 552 с.

10. Вавилов, С. В. Таксация насаждения и материально-денежная оценка делянки [Текст] / С. В. Вавилов, Л. Н. Яновский А. Г. Мошкалев. — Санкт-Петербург : СПбГЛТА, 1992. — 37 с.
11. Hirata, T. Sectional measurement of stands by Bitterlich's method (In Japanese) [Text] / T. Hirata // Japanese Forestry Society Journal. — 1958. — 40: — P. 27—29.
12. URL: [poleznayamodel.ru/model/14/143336.html](http://poleznayamodel.ru/model/14/143336.html).
13. Белов, С. В. Лесоводство [Текст] : учеб. пособие для вузов / С. В. Белов. — Москва : Лесн. пром-сть, 1983. — 352 с.
14. Пахучий, В. В. Факторы продуктивности осушенных насаждений Европейского Северо-Востока [Текст] / В. В. Пахучий. — Сыктывкар : Коми НЦ УрО АН СССР, 1991. — 104 с.
15. Лесотаксационный справочник по северо-востоку европейской части Российской Федерации [Текст]. — Архангельск : ОАО ИПП «Правда Севера», 2012. — 672 с.
16. Пахучая, Л. М. Лесоводственная эффективность гидромелиорации темнохвойных с участием кедра сибирского насаждений на крайнем северо-востоке европейской части России [Текст] / Л. М. Пахучая // Известия высших учебных заведений. Лесной журнал. — 2009. — № 4. — С. 7—11.
17. Пахучий, В. В. Использование вегетационных индексов для целей гидролесомелиоративных исследований [Текст] / В. В. Пахучий, Л. М. Пахучая, Д. А. Шевелев // Вестник Моск. гос. ун-та леса — Лесной вестник. — 2016. — Т. 20, № 1. — С. 17—23.



Рассмотрены вопросы организации лесопожарного мониторинга в насаждениях заказника «Важьелью» на основе дистанционных методов. Показано, что наиболее эффективно выделение гарей по индексу DSWVI.

**Ключевые слова:** ГИС, мониторинг, дешифрирование, ОЗУ, гарь, заказник, NDVI, Landsat.

**Д. В. Сельков,**  
ФЛиСХ, магистрант I года обучения,  
напр. «ЛД»  
(Сыктывкарский лесной институт)

## ЛЕСОПОЖАРНЫЙ МОНИТОРИНГ В НАСАЖДЕНИЯХ ЗАКАЗНИКА «ВАЖЬЕЛЮ» НА ОСНОВЕ ДИСТАНЦИОННЫХ МЕТОДОВ

Космическая съемка находит все более широкое применение во многих сферах науки и производства. Не секрет, что данные дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ) прочно вошли в такие сферы инженерного проектирования, как землеустройство, лесоустройство, градостроительство, проектирование особо охраняемых природных территорий (ООПТ). К данному перечню может быть присоединен и лесопожарный мониторинг.

Целью работы является освоение методики мониторинга лесных пожаров на основе дистанционных методов. К задачам можно отнести следующее: анализ литературных данных; разработка методики лесопожарного мониторинга; формирование базы данных космических снимков; оценка влияния лесных пожаров на лесные биогеоценозы заказника «Важьелью»

Важьелью — комплексный природный заказник, основанный в 1993 г. с целью сохранения природного комплекса вдоль реки Важьелью (левого притока реки Сысолы), условий для сохранения и воспроизводства диких животных, мест обитания объектов растительного и животного мира, относящихся к видам, занесенным в Красную книгу Республики Коми [1]. Общая площадь особо охраняемых природных территорий федерального и регионального значения составляет свыше 5,4 млн га, что составляет 13 % от площади Республики Коми. Заказник находится на территории Сыктывкарского и Сыктывдинского лесничеств [2].

Методика дешифрирования гарей будет включать следующие тапы:

- отбор снимков LANDSAT 5-TM;
- расчет вегетационных индексов:

$$\text{Индекс NDVI} = (\text{NIR} - \text{RED}) / (\text{NIR} + \text{RED});$$

$$\text{Индекс SWVI} = (\text{NIR} - \text{SWIR}) / (\text{NIR} + \text{SWIR}),$$

где SWIR — 5-й канал снимка LANDSAT 5-TM;

$$\text{Индекс DNDVI} = \text{NDVI}_{\text{pre}} - \text{NDVI}_{\text{post}},$$

где  $NDVI_{pre}$  — индекс за период до пожара,  $NDVI_{post}$  — индекс за период после пожара;

$$\text{Индекс DSWVI} = SWVI_{pre} - SWVI_{post}.$$

Дешифрирование гарей будет проводиться по следующим признакам:

а) При визуализации снимка LANDSAT 5TMвRGB — синтезе каналов 7-4-2 гарь выделяется как красно-коричневая область на фоне сохранившейся растительности. Причем на снимке до пожаров она отсутствует.

б) Гарь выделяется как участок с положительными значениями индексов DNDVI и DSWVI, лежащими в диапазоне от 0,1 до 0,5, редко больше. Наиболее эффективно выделение гари по индексу DSWVI. Использование разностных индексов позволяет избежать включения в площади гарей участков местности, имеющих похожие спектральные характеристики (например, свежие рубки)

с) На изображении, комбинированном из NIR каналов двух разновременных снимков, в RGB — синтезе 1-2-2, гарь выделяется ярко-красным цветом, поскольку спектральная яркость участка в NIRканале после пожара значительно ниже, чем до пожара [3].

Ориентировочная переклассификация значений NDVI (после пожара)  
в степень повреждения растительности

Значение NDVI	Класс поражения
Менее 0,0	4 (отсутствие растительности, открытая почва после пожара)
0,0—0,1	3
0,1—0,2	2
0,2—0,3	3
Более 0,3	0 (неповрежденная растительность или участки восстанавливающейся растительности)

#### Библиографический список

1. Важбелью [Электронный ресурс] // ООПТ России. — Режим доступа: <http://http://oort.aagi.ru/oort> (дата обращения: 10.08.2015).
2. Государственный доклад «О состоянии окружающей среды Республики Коми в 2014 году» / Министерство природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Коми, ГБУ РК «ТФИ РК». — Сыктывкар, 2015. — 199 с.
3. Оценка последствий лесных пожаров 2010 г. в Пермском крае [Электронный ресурс] // Гис-лаб. — Режим доступа: <http://gis-lab.info/qa/fires-perm.html> (дата обращения: 25.01.2017).

## Секция «Промышленная теплоэнергетика»

УДК 674.04

В статье рассматривается процесс теплообмена в бумагоделательных машинах при сушке бумажного полотна

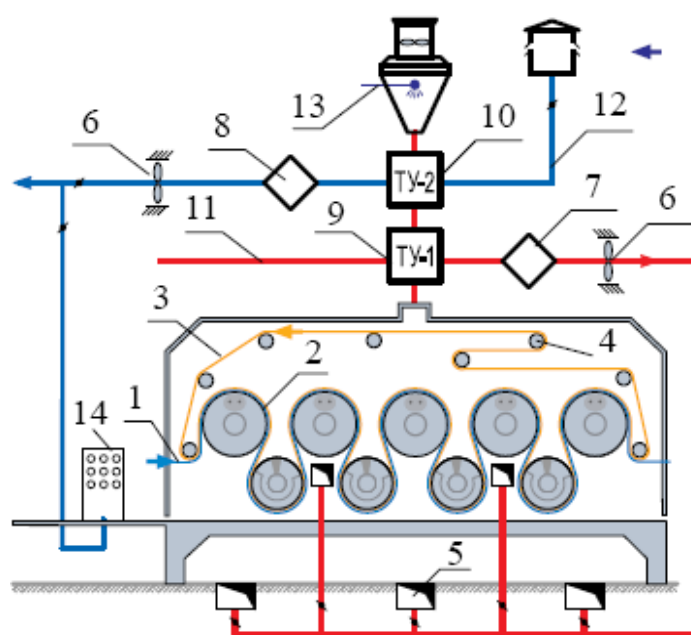
**Ключевые слова:** сушка, бумажное полотно, теплообмен.

**С. К. Бушуев,**  
преподаватель  
(Сыктывкарский лесной институт)

### АНАЛИЗ КИНЕТИКИ СУШКИ БУМАЖНОГО ПОЛОТНА

Сушильная часть является одной из основных частей оборудования технического потока производства бумаги, которая определяет производительность машины и качество продукции. Процесс сушки создает условия для лучшего сцепления между волокнами, способствует приобретению материалом определенных поверхностных качеств и формированию физико-механических свойств листа. Температурный режим конвективной сушильной части играет важную роль в проклейке бумаги, а также в закреплении связи волокон с другими составными элементами бумажной массы [1].

В целлюлозно-бумажной промышленности для сушки бумаги, картона и целлюлозы применяются многоцилиндровые контактно-конвективные сушильные установки, состоящие из вращающихся сушильных цилиндров, расположенных в два или несколько рядов, вентиляционного колпака, системы теплорекуперации отработавшего воздуха, пароконденсатной системы и других узлов (рис. 1).



**Рис. 1.** Контактно-конвективная установка для сушки бумаги:  
1 — бумажное полотно;  
2 — сушильный цилиндр;  
3 — сушильная сетка;  
4 — натяжная станция;  
5 — подача под машину сушильного воздуха; 6 — вентиляторы;  
7 — калорифер сушильного воздуха;  
8 — калорифер воздуха общеобменной вентиляции;  
9 — теплоуловитель первой ступени;  
10 — теплоуловитель второй ступени;  
11 — забор сушильного воздуха;  
12 — забор воздуха общеобменной вентиляции; 13 — скруббер;  
14 — воздухораспределительное устройство (колонка)

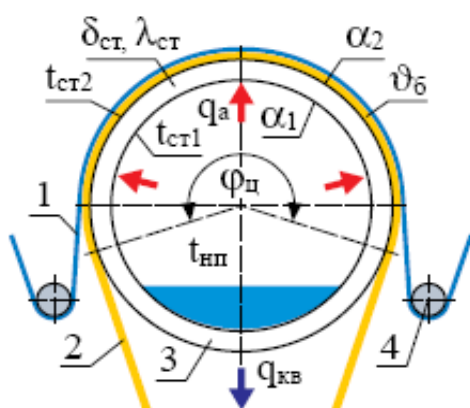
Сушка бумаги на сушильном цилиндре состоит из двух фаз: на нагретой поверхности цилиндра под сукном и на участке свободного хода, то есть когда бумажное полотно переходит с одного цилиндра на другой. В первой фазе, под сукном, испаряется основное количество влаги (до 60—75 % всей влаги, испаряемой в сушильной части машины). Во второй фазе, на участках свободного хода влага испаряется с обеих сторон бумаги за счет тепла, поглощенного бумагой в первой фазе сушки. При этом бумага претерпевает понижение температуры на 4—9°.

Для сушки бумаги также используется воздух из рабочих зон, который засасывается вентиляторами через специальные отверстия в секциях и подается для подогрева на калориферы. Нагретый до заданной температуры воздух по вентиляционным трубам подводится к полотну бумаги снизу и сверху по всей ширине сушильной установки.

Сушка включает в себя перенос влаги внутри материала (массоперенос) под действием градиента влагосодержания и испарение влаги с поверхности влажного материала (массообмен) под действием разности парциальных давлений [2].

При выборе рациональных режимов сушки необходимо знать распределение поля влажности в сечении материала. Поля влажности оказывают влияние на возникновение влажностных напряжений, которые приводят к короблению материала, растрескиванию и его шелушению.

При рассмотрении процессов тепломассообмена на цилиндрах и на участках свободного хода следует учитывать параметры воздуха в межцилиндровых пространствах, скорость движения полотна, диаметр и температуру поверхности сушильных цилиндров. Схема процесса теплообмена на сушильном цилиндре приведена на рис. 2.



**Рис. 2.** Схема теплообмена на сушильном цилиндре:  
 1 — сушильная сетка;  
 2 — полотно бумаги;  
 3 — сушильный цилиндр;  
 4 — сетководущий валик

Нестационарность тепломассообмена при сушке бумажного полотна на многоцилиндровых установках прежде всего обусловлена периодичностью соприкосновения влажного материала с нагретыми цилиндрами и окружающим воздухом, а также периодами сушки влажных материалов. В связи с этим целесообразно расчет кинетики и тепломассообмена контактно-конвективных установок осуществлять по циклам, включающим в себя длительность пребывания полотна на греющей поверхности цилиндра  $\tau_{ц}$  и на участке свободного хода  $\tau_{сх}$ .

В соответствии с рис. 2 плотности теплового потока от конденсирующегося пара к внутренней стенке сушильного цилиндра ( $q_{вн}$ ), через стенку цилиндра ( $q_{ст}$ ), от наружной стенки к полотну бумаги ( $q_{нар}$ ), на активной поверхности цилиндра ( $q_a$ ) описываются следующими уравнениями [3]:

$$q_{вн} = \alpha_1 \cdot (t_{нп} - t_{ст1});$$

$$q_{ст} = \frac{\lambda_{ст}}{\delta_{ст}} (t_{ст1} - t_{ст2});$$

$$q_{нар} = \alpha_2 \cdot (t_{ст2} - v_б) \cdot \varphi_{ц} + \alpha_{кв} \cdot (t_{ст2} - t_в) \cdot (1 - \varphi_{ц});$$

$$q_a = k \cdot (t_{нп} - v_б),$$

где  $\alpha_{\square}$  — коэффициент теплоотдачи от конденсирующегося пара к внутренней стенке сушильного цилиндра, Вт/(м<sup>2</sup> · К);  $\lambda_{ст}$  — теплопроводность стенки сушильного цилиндра, Вт/(м · К);  $\delta_{ст}$  — толщина стенки сушильного цилиндра, м;  $\alpha_2$  — коэффициент теплоотдачи (контактного теплообмена) от наружной стенки цилиндра к поверхности бумажного полотна, Вт/(м<sup>2</sup> · К);  $\varphi_{ц}$  — доля охвата сушильного цилиндра бумажным полотном;  $\alpha_{кв}$  — коэффициент конвективной теплоотдачи от наружной поверхности цилиндра к воздуху, Вт/(м<sup>2</sup> · К);  $t_{нп}$  — температура насыщенного пара в полости сушильного цилиндра, °С;  $t_{ст1}$ ,  $t_{ст2}$  — температура внутренней и наружной стенок цилиндра соответственно, °С;  $t_в$  — температура воздуха в межцилиндровом пространстве, °С;  $v_б$  — средняя температура бумажного полотна на цилиндре, °С.

При свободном ходе бумажное полотно охлаждается и из него испаряется влага под действием разности парциальных давлений. На поверхности испарения устанавливается парциальное давление пара, соответствующее температуре насыщенного состояния. В окружающем воздухе парциальное давление водяных паров зависит от температуры воздуха, его влажности и определяется по  $I - d$  диаграмме влажного воздуха.

В бумагоделательной промышленности более 30 % энергии расходуется в процессе сушки бумажного полотна. От правильности выбранных технических решений зависит качество и результат затрат энергии на осуществление сушки. В связи с этим процесс сушки является одним из важнейших этапов технологического процесса производства бумаги, на котором может быть получена значительная экономия энергии.

#### Библиографический список

1. Бельский, А. П. Специальные вопросы тепломассообмена в энергетических и тепло-технологических процессах и установках [Текст] : учеб. пособие / А. П. Бельский, В. Ю. Лакоткин. — Изд. 2-е, испр. и доп. — Санкт-Петербург : СПбГТУ РП, 2011. — 98 с.
2. Жучков, П. А. Тепловые процессы в целлюлозно-бумажном производстве [Текст] / П. А. Жучков. — Москва : Лесная промышленность, 1978. — 350 с.
3. Михеев, М. А. Основы теплопередачи [Текст] : учеб. пособие для студ. вузов / М. А. Михеев, И. М. Михеева. — Изд. 2-е, стереотип. — Москва : Энергия, 1977. — 344 с.

Исследование процесса холодной трансмутации ядер и установок, использующих данный процесс для получения тепловой энергии. Модернизация и улучшение установок с целью повышения их эффективности.

**Ключевые слова:** ХЯС, синтез, ядра, реактор, энергия.

**А. Г. Вейбле, К. А. Исаков,**  
3 курс, напр. подготовки «Агроинженерия»,  
профиль «ЭОиЭТ», гр. АБ433  
**В. Т. Чупров,**  
заведующий лабораторией УЛЦ  
(Сыктывкарский лесной институт)

## **ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ПОЛУЧЕНИЯ АЛЬТЕРНАТИВНОГО ИСТОЧНИКА ЭНЕРГИИ**

Перспективным направлением развития энергетического комплекса Республики Коми является создание высокоэффективных энергоустановок для получения альтернативного источника энергии (АИЭ) и превращения ее в тепловую энергию. Появление безопасного и эффективного источника неисчерпаемой энергии позволит избежать серьезных климатических последствий и сделает север независимым от запасов полезных ископаемых (угля, газа и нефти). Получение АИЭ возможно при использовании энергии холодного ядерного синтеза (ХЯС) или холодной трансмутации ядер. Учеными разработана и развивается инновационная технологическая платформа ядерной энергетики.

Цель: обоснование и раскрытие механизма производства в результате холодного ядерного синтеза тепловой энергии, применяемой в системах отопления индивидуальных зданий.

Задача: выявление факторов, воздействующих на процесс холодного ядерного синтеза и превращения его в тепловую энергию.

Новая модель физического механизма осуществления ядерной реакции синтеза в плазме включает два этапа:

1) Процесс е-захвата, осуществляемый в плазме при взаимодействии — столкновении и захвате электрона ядром атома водорода (протона) и выделений нейтрона.

2) Образовавшийся нейтрон быстро присоединяется к протону, в результате чего образуется ядро дейтерия и выделяется тепловая энергия.

Термоядерный реактор, работа которого основана на процессе е-захвата, включает длинную камеру, где в газовой среде водорода создается в результате непрерывного действия электрического разряда плазмы температурой около 20000 °С.

Разряд инициируется переменным током высокой частоты и напряжения, создаваемыми несколькими парами электронов, расположенными друг напротив друга в электрогазоразрядной камере. Водород в ходе теплового беспоря-

дочного движения частиц и их столкновения в плазме распадается на отрицательные электроны и положительные ядра водорода (протоны). Наличие в них различных зарядов облегчает процесс захвата электронов протонами, в результате чего появляются свободные нейтроны, которые вступают в реакцию синтеза с протонами, рождаются ядра атомов дейтерия и выделяется много тепловой энергии. Нагретый газ под давлением через сопла поступает на лопатки газовых турбин, спаренных с электрогенераторами. Затем отработанный газ поступает в теплообменник, нагревает воду, и горячая вода идет на тепловые нужды предприятия. Отработанный газ также можно использовать — для извлечения изотопов водорода.

В вихревых теплогенераторах вода насосом нагнетается в тепловую трубу, закручивается в улитке и перемещается по винтовой спирали к донышку с диафрагмой и тормозным устройством. При входе вихревого потока в тормозное устройство происходит превращение кругового движения воды в прямолинейное, с образованием несплошностей и кавитационных каверн. В результате резкого снижения давления микропузырьки захлопываются с выделением тепловой энергии, направленной на нагрев воды. Ученые обнаружили, что водяной пар внутри пузырьков при их схлопывании превращается в плазму с температурой 10000 °С и при этом выделяются нейтроны. В захлопывающихся микропузырьках при высокой температуре идет процесс захвата электронов ядрами присутствующих в водяном паре атомов водорода (или его изотопа дейтерия), в результате этого и образуются свободные нейтроны, а затем идет реакция ядерного синтеза с выделением тепловой энергии.

Раскрытие нового механизма производства в результате ядерного синтеза тепловой энергии позволило разработать более совершенные и эффективные теплогенераторы — «кавитаторы» для отопления индивидуальных зданий.

В новых насос-компрессорных установках обеспечивается скорость движения воды до 100 м/с, давление в пузырьках возрастает в несколько тысяч раз, кавитационные пузырьки захлопываются при  $t = 10000$  °С, идет процесс е-захвата (ядерного синтеза). Вода нагревается до 150—300 °С, т. к. давление в накопителе больше атмосферного. Пар направляется на лопатки турбины, соединенной с электрогенератором. Такая принципиально новая схема кавитационной термоядерной станции.

Новые технологии получения энергии с помощью реакторов холодного ядерного синтеза включают:

- «катализатор» — никель и палладий в виде тонких пленок, порошка или губки;
- «рабочее тело» (РТ), содержащее изотопы водорода: тритий, дейтерий или протий;
- система «возбудителя» ядерных превращений изотопов водорода производится «накачкой» РТ энергией посредством нагревания, механического давления, воздействия ядерных лучей, акустических волн, электромагнитного или электрического полей [1].

Электричество проходит через гальванический элемент, среди оксида дейтерия в тяжелой воде.

Электролиз высвобождает атом дейтерия на катоде. Реакция ХЯС позволяет выделить тепло из этого сосуда в сотни раз больше затраченной на электролиз энергии.

«Лишняя» энергия в электролитической ячейке с электродом из палладия (катод (-)) и тяжелой водой (электролит) выделяется как результат ядерных реакций синтеза. В установке ионы дейтерия  $D^+$  (тяжелого изотопа, заменяющего водород в молекуле тяжелой воды  $D_2O$ ) притягиваются к палладиевому катоду и собираются на его кристаллической решетке с плотностью, достаточной для запуска ядерных реакций превращения дейтерия в гелий.

Палладий — наилучший металл для хранения водорода и способен растворять водород в своей кристаллической решетке — в одном своем объеме 850 объемов водорода, образуя металлогидрид.

Таким образом, в необычной лаборатории могут идти ядерные реакции, не требующие больших температур и давлений. Под внешним воздействием молекула водорода может превратиться в дейтерий. Орбитальному электрону не требуется энергия на преодоление кулоновских сил отталкивания. Эта реакция считается низкотемпературной термоядерной реакцией.

Известны установки протекания ядерных реакций при низких температурах (до нескольких сотен градусов). В установках никель-водородных ядерных реакций при низких температурах наибольшей популярностью пользуются палладий и титан, поглощающие водород. Найдены заменители этих дорогих металлов — дешевый никель. В камере реактора расположен нагреватель из платинового провода, внутрь нагревателя помещается стержень из никеля. Условием добавления дополнительного тепла является вакуумирование камеры и наполнение ее водородом или дейтерием из газовых баллонов. Установка в течение 319 суток вырабатывает 18 Вт избыточной мощности, производит 600 МДж тепла сверх затраченной электроэнергии. Столько тепла выделяется при сгорании 10 кг нефтепродуктов.

Привлекают внимание специалистов высокотемпературные теплогенераторы. Конструкция реактора, включающая трубку из корундовой керамики. На трубку навиты электронагреватели из нихромового провода. Внутри трубки находится порошок никеля, смешанного с алюмогидридом лития. С наружной поверхностью контактирует термопара. Концы трубки полностью закрыты термостатическим цементом и пробками.

Для измерения выделяющегося тепла используется методика, основанная на определении количества выкипающей воды.

Реактор находится в закрытом металлическом сосуде, погруженном в воду. Часть воды уходит в виде пара через отверстия. Подлив воды происходит через воронку. Измерив убыль воды по величине теплоты парообразования, можно вычислить выделившееся.

Реактор небольших размеров (длина трубки 120 мм, наружный диаметр 10 мм, внутренний диаметр 5 мм). Включает работу с постепенным повышением мощности нагревателя от 25 до 500 Вт и за 5 часов температура нагрева достигает  $>1000$  °С. Затем наблюдается режим работы при температурах 1200—1300 °С и тепловыделение реактора значительно превосходит потребленную



энергию. Реактор, загруженный смесью никеля и алюмогидрида лития при 1200—1300 °С, способен генерировать много тепла сверх электронагрева. Появление дополнительного тепловыделения сверх электронагрева в компактном источнике дешевой, экологически чистой, неисчерпаемой энергии найдет широкое применение, не нужны будут опасные атомные станции и добыча углеводородов.

Для повышения эффективности работы, сроков службы теплового генератора, а также полного изучения процессов избыточного энергоснабжения в герметизированных цилиндрических ячейках, заполненных смесью порошков никеля и алюмогидрида лития предлагается модернизированная конструкция ХЯС, охлаждаемого водой. Для определения выделяющегося тепла в результате реакции используется калориметрический метод.

Тепловой генератор включает тепловую ячейку (основной элемент), представляющую собой трубку, заполненную топливом (смесь порошка никеля и алюмогидрида лития) для изготовления ячейки используются высокотемпературные материалы, такие как нержавеющая сталь и керамика на основе окиси алюминия.

Концы трубки тепловой ячейки закупорены вакуумно-плотным цементом. Установлены термодатчики, регистрирующие температуру в 2-х разных точках тепловой ячейки, установленной внутри цилиндрического нагревателя. На внешней поверхности керамической трубки находится электронагреватель с защитным изоляционным слоем. Калориметр имеет внешний цилиндр и внутренний, объем между которыми заполняется проточной водой. Температура воды на входе и выходе измеряется термометрами, подключенными к измерительному регулятору ТРМ-202. Приборы объединены в систему с выходом на персональный компьютер.

При достижении температуры нагревателя свыше 1030 °С начинает расти температура внутри ячейки и становится выше, чем температура на поверхности, что свидетельствует о том, что внутри ячейки начался процесс появления дополнительной (избыточной) энергии. При средней температуре внутри тепловой ячейки 1100 °С выделяющаяся тепловая мощность почти в три раза выше подводимой мощности к нагревателю, что свидетельствует о наличии избыточного энергоснабжения в тепловой ячейке при созданных условиях.

Применение холодного ядерного синтеза, или точнее, холодных трансмутаций ядер (ХТЯ) сделает нас независимыми от добычи угля, газа и нефти (полезных ископаемых), позволит заменить их альтернативным источником энергии.

Практическое освоение ХЯС решит задачу появления безопасного и эффективного источника неисчерпаемой энергии.

Физический механизм осуществления ядерной реакции синтеза включает сначала процесс е-захвата, осуществляемый в плазме при столкновении и захвате электрона ядром атома водорода (протона) и выделения нейтрона. На втором этапе нейтрон быстро присоединяется к протону, образуется ядро дейтерия и выделяется тепловая энергия [1].

В электрогазоразрядных камерах в результате непрерывного действия электрического разряда создается плазма с температурой 20000 °С, обеспечивается процесс ядерного синтеза. Нагретый газ поступает на лопатки газовой турбины, вращающей электрогенератор. Отработанный газ поступает в теплообменник для нагрева воды.

В вихревых теплогенераторах многочисленные микропузырьки захлопываются с выделением тепловой энергии. Пар внутри кавитационных пузырьков превращается в плазму с температурой 10000 °С и в ней создаются условия для реакции ядерного синтеза с выделением неучтенной бесплатной тепловой энергии. Совершенствование теплогенераторов-«кавитаторов» обеспечивает нагрев воды для отопления индивидуальных зданий.

Лабораторные реакторы холодного ядерного синтеза должны быть снабжены «катализаторами» (никель, палладий), рабочим теплом (изотопы водорода) и возбуждающей энергией с нагревателем, механическим давлением, электромагнитным и электрическим полями в процессе электролиза тяжелой воды при наличии палладиевого катода, выделяется энергия в несколько раз больше подводимой [2].

В установках никель-водородных ядерных реакций при низких температурах наибольшим вниманием пользуются палладий или титан, поглощающие водород. Нашлась замена этих дорогих металлов на дешевый никель. В камере реактора расположен нагреватель из платинового провода, внутри нагревателя помещается стержень из никеля. Условием добавления тепла является вакуумирование камеры и наполнение ее водородом или дейтерием из газовых баллонов. Установка в течение 319 суток вырабатывает 18 Вт избыточной мощности, производит 600 МДж тепла сверх затраченной электроэнергии. Столько тепла выделяется при сгорании 10 кг нефтепродуктов.

Большое будущее имеют высокотемпературные теплогенераторы. В закрытой керамической трубке находится порошок никеля, смешанного с алюмогидридом лития. Электронагрев трубки до 1200—1300 °С приводит к выделению тепла, значительно превышающему потребление электронагревателем энергии.

Срок службы герметизированных цилиндрических ячеек может быть продлен модернизацией теплового генератора, если поместить установку в калорифер с водой. Упрощается контроль температуры нагрева и вывод данных на персональный компьютер.

#### **Библиографический список**

1. Пархомов, А. Г. Холодная трансмутация ядер: странные результаты и попытки их объяснений [Электронный ресурс] / А. Г. Пархомов // Журнал формирующихся направлений науки. — 2013. — № 1. — Режим доступа: <http://www.unconv-science.org>.
2. Просвиринов, А. А. Низкоэнергетические ядерные реакции и перспективы альтернативной атомной энергетики [Электронный ресурс] / А. А. Просвиринов, Ю. Л. Ратис // Промышленные ведомости. — 2013. — № 85. — Режим доступа: <http://www.promved.ru/articles/article.phtml?id=2578&nomer=85>.

На основе существующей потребности в современных средствах для транспортировки (поддонов) и исследования технологий переработки древесных отходов предлагается компоновка линии для производства прессованных поддонов.

**Ключевые слова:** древесные отходы, технология утилизации, прессованные поддоны, экологическая проблема, преимущества, экономическая выгода.

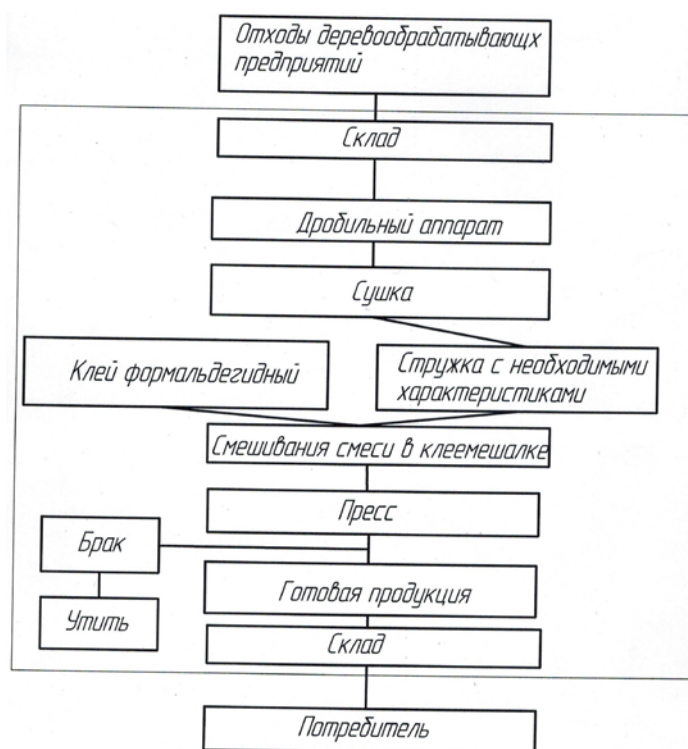
**Л. Э. Еремеева,**  
доцент  
(Сыктывкарский лесной институт)

## ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА ПОДДОНОВ ИЗ ДРЕВЕСНЫХ ОТХОДОВ

На деревообрабатывающих предприятиях отходами заняты достаточно большие площади, при этом отходы ухудшают экологическую обстановку, а предприятия несут вынужденные расходы, перечисляя в бюджет плату за вредные выбросы [1].

Актуальность заключается в решении двуединой задачи: замены поддонов из традиционных материалов (доски и брусков) на поддоны из древесных отходов. Предлагаемая технология позволяет превращать отходы деревообработки в полезную продукцию (поддоны), а также решать экологическую проблему.

Производство поддонов из отходов деревообрабатывающих предприятий предлагается по следующей технологической схеме (рис. 1).



**Рис. 1.** Схема производства прессованных поддонов из отходов деревообрабатывающих предприятий

Технологический цикл производства прессованных поддонов включает следующие процессы: древесные отходы измельчаются (дробятся), высушиваются, смешиваются со связующим веществом; путем горячей прессовки придается нужная форма.

Древесные отходы (опилки, стружка, щепки), измельченные в дробилке, подсушиваются в сушильной камере до влажности 10—18 %, затем перемешиваются в мешалке со связующим веществом, например формальдегидным клеем (в дальнейшем предлагается замена данного клея на менее вредный материал), и путем горячего прессования, проходя через матрицу пресса, приобретают форму необходимой продукции (рис. 2).



**Рис. 2.** Внешний вид прессованного поддона из древесных отходов

Технологическая линия состоит из следующих агрегатов [2]:

1. Барабанная дробильная машина BX216.
2. Сушильная установка SLD-2.
3. Миксер для клеящего состава SLDJ-5.
4. Пресс для поддонов TPRY-800.
5. Барабанная дробильная машина BX216.

Предлагаемая для производства барабанная дробилка Модель BX216 (табл. 1) является одним из подтипов модифицированных дробилок. Она используется для переработки неодинаковых материалов, таких как отходы торцовки, плиты, деревянная кора, шпон-рванина и отходы древесины.

Для уменьшения влажности сырья используется сушильная установка SLD-2 (табл. 2).

Для смешивания клеящего состава сырья с клеем предлагается миксер SLDJ-5, производительностью до 2 т/ч. Полученная смесь может быть загружена в пресс, сырье загружается с помощью конвейера, а выгружается вручную.

**Таблица 1.** Характеристика барабанной дробилки ВХ216

Показатели	Параметр
Диаметр ротора, мм	650
Количество ножей на роторе, шт.	2
Входное отверстие, мм	180*500
Скорость вращения ротора, об/мин	590/836
Скорость подачи, м/мин	37
Максимальный диаметр обрабатываемого материала, мм	120
Длина щепы, мм	30/22
Производительность, м <sup>3</sup> /ч	10
Мощность главного двигателя, кВт	55
Мощность двигателя подающего роллера, кВт	32
Вес нетто, кг	4070
Габаритные размеры (Д × Ш × В), мм	4348*1730*1258

**Таблица 2.** Характеристика сушильной установки SLD-2

Показатели	Параметр
Производительность, кг/ч	600
Питание, В/Гц	380/50
Мощность, кВт	5,5
Размер (Д × Ш × В), м	15 × 1 × 2
Вес, кг	1600

Используется пресс для поддонов ТРРУ-800 (табл. 3), предназначенный для производства паллет (поддонов) из древесных отходов, таких как опилки, обломки древесины, отходы стружечных станков. Материал должен быть раскрошен до нужных размеров и высушен до нужной влажности. В пресс уже установлена пресс-форма (матрица). За одно нажатие пресс изготавливает один поддон.

**Таблица 3.** Характеристика прессы ТРРУ- 800

Показатели	Параметр
Тип прессы	Нажатие вниз
Ход прессового механизма, мм	550
Диаметр цилиндра, мм	320
Давление масла поршневого типа цилиндра, тонн на м <sup>2</sup>	800
Размер (Д × Ш × В), м	2,3 × 1,5 × 4,3
Мощность двигателя, кВт	7,5
Вес, тонн	12

Режим работы предлагаемой линии может быть как автоматический, так и ручной, производительность технологической линии составляет 150 поддонов в день. Потребность в персонале составляет 4 человека, в том числе: 2 оператора на прессовании, 1 оператор на процессе сушки, 1 оператор на дробилке. Потребляемая мощность всех машин технологической линии составляет 88 кВт.

Целевая группа прессованных поддонов: строительные компании, предприятия занимающиеся грузоперевозкой, торговые предприятия, склады, терминалы. Целевыми рынками являются близость географической дислокации и взаимодействие по материальным товарным потокам: Республика Коми, Кировская область, Нижегородская область.

Поддоны, изготавливаемые по предлагаемой технологии из древесных отходов, обладают следующими преимуществами:

- стандартная форма без металлических, пластиковых деталей;
- высокие показатели изнашиваемости;
- соответствуют Европейским стандартам;
- являются полностью перерабатываемым продуктом;
- влагостойкость, не подверженность быстрому гниению;
- хорошие показатели огнестойкости;
- в прессованных поддонах не заводятся насекомые, в т.ч. термиты;
- высокая грузоподъемность;
- не подвержены деформации;
- возможность использования, как при транспортировке, так и складировании;
- возможность захвата поддона погрузчиком со всех сторон;
- легкий вес поддона.

Таким образом, предлагаемая технология доступна и позволяет производить прессованные поддоны, способные составить конкуренция типовым поддонам. Освобождение склада от постепенно разлагающихся древесных отходов сохраняет экологию, использование вторичного сырья позволит получать «доходы из отходов», а также производить товароносители, востребованные в логистических процессах (транспортировке, складировании) любых предприятий, что приведет к достижению экономического эффекта.

#### **Библиографический список**

1. Еремеева, Л. Э. Основы лесопромышленной логистики [Текст] : учеб. пособие / Л. Э. Еремеева ; Сыкт. лесн. ин-т. — Сыктывкар. СЛИ, 2014. — 208 с.
2. URL: <http://moneymakerfactory.ru/oborudovanie/poddonov-iz-opila> (дата обращения: 21.01.2017).

В данной работе приводятся принципы технологии и общее описание оборудования для переработки макулатурного сырья. Рассмотрены принципы облагораживания макулатурной массы.

**Ключевые слова:** макулатура, переработка, отходы, вторичное сырье, флотация, волокно.

**Е. Г. Казакова,**  
старший преподаватель;  
**В. Т. Чупров,**  
зав. лабораторией «ГПиА»;  
**И. В. Дуркина,**  
ООС, 3 курс  
(Сыктывкарский лесной институт)

## ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ МАКУЛАТУРЫ

Макулатура является отходом в виде упаковок, газет, журналов, книг и чертежей, служит вторичным сырьем для целлюлозно-бумажной промышленности. Утилизация макулатуры экономит материальные и энергетические ресурсы и решает экологические и экономические вопросы предприятия.

**Макулатура** (нем. *Makulatur*, от лат. *maculo* — пачкаю) — отходы производства, переработки и потребления всех видов бумаги и картона, пригодных для дальнейшего использования в качестве волокнистого сырья. Вместо термина «макулатура» в литературе используют как синонимы термины «вторичное волокно» или «вторичное сырье».

Макулатура используется в качестве вторичного сырья при производстве бумаги (писчей, типографской и туалетной бумаги), тарного и упаковочного картона, а также кровельных, изоляционных и других строительных материалов. Использование макулатуры существенно экономит древесину (1 т макулатуры заменяет около 4 м<sup>3</sup> древесины или 100 кг макулатуры спасают 1 дерево и позволяет уменьшить вырубку лесов). Макулатура может быть переработана не более чем 5—7 раз прежде чем ее волокна станут короткими и непригодными для изготовления бумаги [1].

Макулатура составляет по весу примерно 40 % всех твердых отходов.

**Цель работы** — обоснование технологии использования макулатуры в интересах Республики Коми.

**Задача** — выявление факторов, влияющих на использование макулатуры.

Процесс переработки макулатуры с целью получения массы, пригодной для выработки бумаги и картона включает:

- дезагрегацию макулатуры, т. е. измельчение на отдельные кусочки и пучки волокон;
- очистку от примесей;

- роспуск на отдельные волокна;
- сгущение массы до необходимой концентрации;
- облагораживание — удаление краски, клея и повышение белизны.

Деагрегация осуществляется с помощью гидроразбивателей до состояния, пригодного для транспортирования бумажной массы насосами.

Для сохранения прочности волокон применяют химические вещества с целью нейтрализации как кислой, так и щелочной среды в бумажной массе [2].

Дальнейшая обработка макулатурной массы нуждается в дополнительной очистке от мелких тяжелых включений на очистителях циклонного типа. Существуют очистители макулатурной массы высокой и низкой концентрации, работающие при перепадах давления на входе и выходе массы 20—100 кПа.

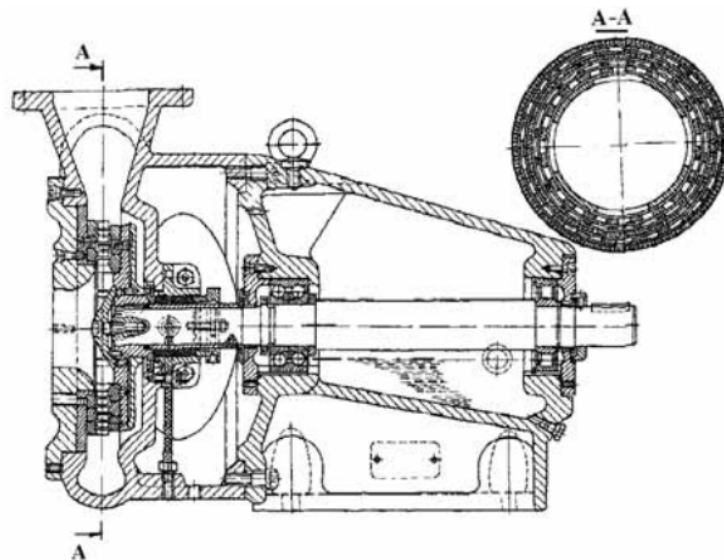
Роспуск агрегированных волокон целлюлозной массы на отдельные волокна без комочков и пучков волокон осуществляется на энтштиперах, работающих по принципу конических и дисковых мельниц при частоте вращения до 300 об/мин при давлении напора 40—50 кПа. Масса концентрацией 3—6 % поступает под давлением в энтштиппер через центральное отверстие, увлекается роторным кольцом и со скоростью 40 м/с отбрасывается на поверхность размалывающих элементов статора. Затем масса разволокняется до фибрилл и выходит через выходное отверстие.

Для окончательного роспуска пучков волокон после гидроразбивателя, а также легкой обработки целлюлозы без укорочения волокон, например при выработке впитывающих видов бумаги, применяется оборудование, в котором осуществляется воздействие гидродинамических ударов на бумажную массу. К такому оборудованию относится энтштиппер, имеющий статор, вращающийся с частотой 3000—4000 мин<sup>-1</sup> и ротор. Выступы ротора входят в промежутки между выступами статоров. Зазор между ротором и статором в зависимости от вида подвергаемого обработке волокнистого материала устанавливается постоянным от 0,5 до 2,0 мм.

Основная цель размола волокнистой массы для производства бумаги и картона заключается в подготовке волокон к образованию межволоконных связей бумажно-картонном волокне. В размольных аппаратах под действием механических и гидродинамических усилий пучки волокон и отдельные волокна разрушаются. Одновременно идет процесс внутреннего и внешнего фибриллирования структуры волокон, отделение от них тонких частиц и, как результат, увеличение их способности к набуханию. Набухание способствует расщеплению и фибриллированию волокон. Это происходит за счет увеличения площади внешней поверхности волокна, на которые освобождаются полярные гидроксильные группы, способные адсорбировать воду и образовывать связи через водородные мостики.

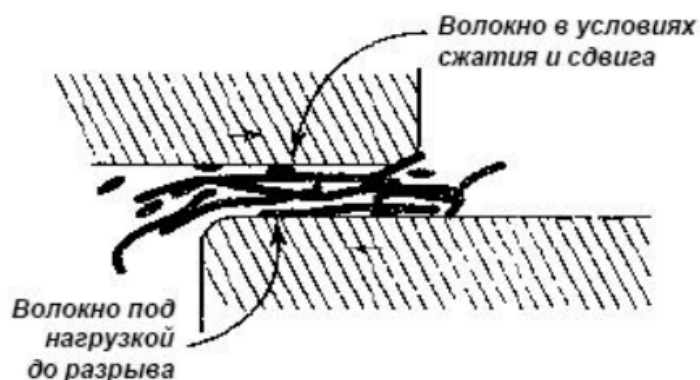
Основной результат использования таких мельниц — значительно снижение содержания пучков и пластификация волокон. В результате повышается разрывная длина, сопротивление излому, сопротивление раздиранию. Измельчение волокон практически не наблюдается.





**Рис. 1.** Схема энтштиппера

На рис. 2 представлены конфигурации волокон при прохождении между роторными и статорными ножами гарнитуры мельницы. Попадая в зазор между ножами, волокна сдавливаются и прижимаются к поверхности ножей. Одновременно происходит внешняя фибрилляция волокон и внутренние изменения их (расслоение, внутренняя фибрилляция, набухание). В результате, значительно возрастают основные механические показатели массы и степень помола, но снижается длина волокон [1].



**Рис. 2.** Конфигурация волокон при прохождении между ножами ротора и статора

Сортировка волокнистой массы проводится в два этапа:

- 1) грубая сортировка на вибрационных установках;
- 2) тонкая сортировка — на центробежных сортировочных машинах.

Наиболее тонкие и эластичные волокна разбавляются водой и отводятся в бассейн. Пучки волокон и неволокнистые примеси после сортирования и отмывки отводятся для удаления отходов.

Существуют плоские вибрационные сортировочные установки, центробежные сортировочные машины и вихревые конические очистители сортировки волокнистой массы.

**Термодисперсионная обработка макулатурной массы.** Многие виды картонно-бумажной продукции, используемой в качестве макулатуры, содержат такие загрязнения как битум, воски, парафины, латексы, смолы, клеевые частицы, печатные краски. Наличие этих загрязнений в массе приводит к появлению на поверхности изготовленной из макулатуры продукции различных точек, пятен и других проявлений, ухудшающих ее внешний вид. Крупные фрагменты загрязнений забивают сетки и сукна, налипают на валы и цилиндры, что приводит к ухудшению работы БДМ (бумагоделательной машины). Удаление указанных загрязнений с помощью процессов очистки и сортирования массы труднодостижимо, а иногда и экономически нецелесообразно. Поэтому для придания продукции из макулатуры, содержащей указанные загрязнения, приемлемого внешнего вида используют термодисперсионную обработку (ТДО) массы. Она базируется на свойстве данных загрязнений пластифицироваться (плавиться) и диспергироваться (измельчатся) в условиях повышенных температур.

В результате ТДО:

- улучшение внешнего вида продукции;
- доразволокнение оставшихся в массе пучков и узелков волокон;
- отделение загрязнений, закрепленных на поверхности волокон;
- повышенная температура способствует стерилизации массы.

Если ТДО массы проводится при атмосферном давлении и температуре до 95°C, то процесс называют «холодным». Если обработка проводится при повышенном давлении (0,2—0,5 МПа) и температуре выше 100 °C, то «горячим» [1].

Авторами изучена важная стадия переработки макулатуры — облагораживание макулатурного волокна.

Комплекс технологических процессов обработки макулатурного сырья, обеспечивающих максимальное отделение и удаление частиц краски из макулатурной массы, а также обесцвечивание и повышение степени белизны вторичных волокон — облагораживание макулатурного волокна (ОМВ).

Основная цель процесса облагораживания — восстановление белизны и чистоты до уровня, обеспечивающего возможность замены первичного целлюлозного волокна в отдельных видах писче-печатной и санитарно-гигиенической продукции.

Удаление отделенных от волокна частиц краски из массы производят:

- при промывке волокна (физико-механический процесс);
- флотации (физико-химический процесс).

При использовании процесса промывки потери волокна и наполнителей могут составлять до 30—35 %.

Флотация — метод удаления загрязнений, основанный на различной смачиваемости разделяемых компонентов (частицы типографской краски более гидрофобны, чем целлюлозные волокна) [3].

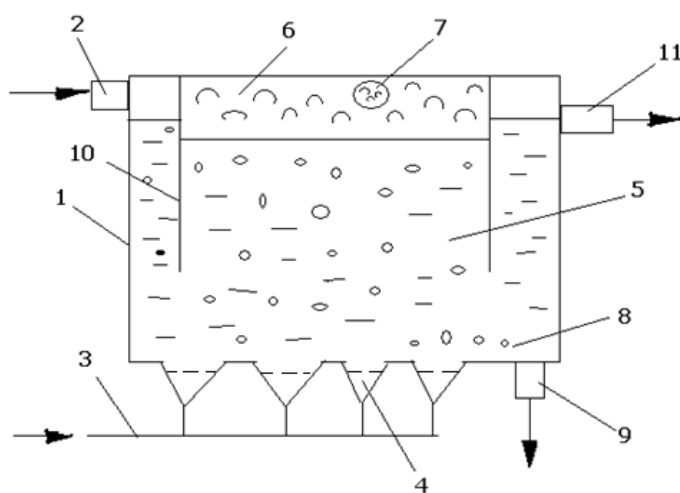
В разбавленную до концентрации 0,8—1,5 % массу подают воздух, который, поднимаясь на поверхность в виде пузырьков, попутно захватывает гидрофобные частицы краски, а гидрофильные волокна остаются в суспензии. Смесь пузырьков воздуха и частиц краски с водными прослойками образует

пену, которую удаляют с поверхности массы с помощью скребков, перелива или вакуумного отсоса.

Большое значение имеет размер пузырьков воздуха. С увеличением их размеров усиливается турбулентность потоков при их движении во флотационных камерах. Это приводит к перемешиванию массы и ухудшению процесса разделения. Процесс флотации идет оптимально при размерах частиц загрязнений в пределах 20—40 мкм. Размер пузырьков воздуха должен составлять 1,0—1,5 мм [3].

В качестве собирателей применяют химикаты, полученные на основе жирных кислот, мыла (натриевое мыло). Мыло реагирует в массе с ионами кальция, формируя нерастворимое кальциевое мыло, которое осаждается на поверхности частиц краски, сообщая им более гидрофобный характер, с одновременной агломерацией этих частиц в более крупные агрегаты.

Способ флотации отличается более высоким выходом облагороженного волокна — около 85—95 % от поступающего на очистку волокна, так как практически не удаляются мелкое волокно и наполнитель [1].



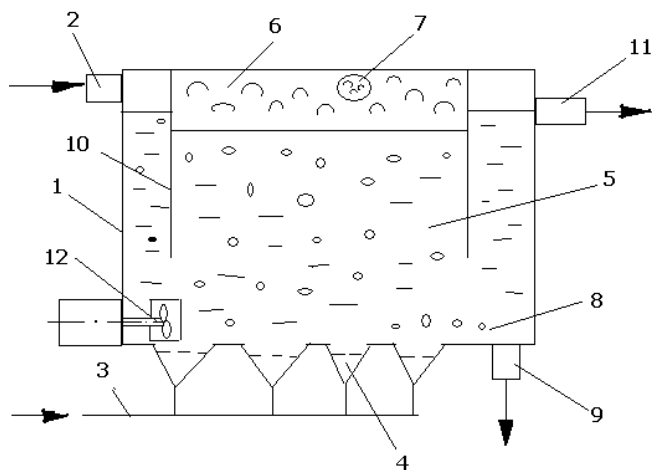
**Рис. 3.** Схема флотационного аппарата

- 1 — флотационный аппарат;
- 2 — исходная смесь;
- 3 — линия подачи воздуха;
- 4 — устройство для диспергирования воздуха;
- 5 — рабочая зона;
- 6 — пенный слой;
- 7 — патрубки;
- 8 — волокна;
- 9 — выходное окно;
- 10 — разделительная перегородка;
- 11 — окно отвода жидкости

Исходная смесь (в виде суспензии, рис. 3) 2 поступает в аппарат 5. Подводимый поток воздуха 3 диспергируется в устройстве 4 и в виде мелких пузырьков барботирует через слой суспензии. В рабочей зоне 5 происходит процесс разделения краски и волокон. Частицы краски захватываются пузырьками и собираются в пенном слое 6 и через патрубок 7 отводятся в отстойник и фильтр. Хорошо смоченные частицы волокон остаются в нижней части аппарата, перемещаются к выходному отверстию и через патрубок 9 отводятся из аппарата.

С целью повышения эффективности облагораживания макулатуры предлагается модернизированная схема флотационного аппарата.

В модернизированной флотационной установке все процессы отделения краски и волокон происходят аналогично схеме на рис. 3. С целью повышения интенсивности барботажа и усиления процесса отделения частиц краски от волокон, в нижней части аппарата установлен импеллер 12 (рис. 4), который засасывает суспензию и диспергирует воздух. Пульповоздушная смесь выбрасывается в рабочую зону аппарата, усиливая флотационное разделение.



**Рис. 4.** Модернизированная схема флотационного аппарата  
 1 — флотационный аппарат;  
 2 — исходная смесь (пульпа);  
 3 — линия подачи воздуха;  
 4 — устройство для диспергирования воздуха;  
 5 — рабочая зона; 6 — пенный слой;  
 7 — патрубки; 8 — волокна;  
 9 — выходное окно;  
 10 — разделительная перегородка;  
 11 — окно отвода жидкости;  
 12 — эмпеллер

### Выводы:

1. Макулатура является отходом в виде упаковок, газет, журналов, книг и чертежей, служит вторичным сырьем для целлюлозно-бумажной промышленности.
2. Утилизация макулатуры экономит материальные и энергетические ресурсы и решает экологические и экономические вопросы предприятия.
3. Важнейшей стадией переработки макулатуры является облагораживание, от которой зависит возможность ее использования в составе высококачественной бумаги (для упаковки пищевых продуктов).
4. Способ флотации отличается более высоким выходом облагороженного волокна — около 85—95 % от поступающего на очистку волокна, так как практически не удаляются мелкое волокно и наполнитель.

### Библиографический список

1. Ванчаков, М. В. Технология и оборудование для переработки макулатуры [Текст] : учеб. пособие / М. В. Ванчаков, А. В. Кулешов, Г. Н. Коновалова. — Санкт-Петербург : Политехника, 2011. — 84 с.
2. Научные основы переработки макулатуры [Текст] / Д. А. Дулькин, Л. А. Южанинова, В. Г. Миронова, В. А. Спиридонов // Лесной журнал. — 2005. — № 1—2. — С. 105—123.
3. Ковалева, О. М. Удаление печатной краски методом флотации [Текст] / О. М. Ковалева // ЛесПромИнформ. — 2007. — № 9 (49). — С. 50—54.

Перевод дизельной электростанции на биотопливо позволит повысить надежность и качество электроснабжения, снизить выбросы загрязняющих веществ в атмосферу по сравнению с использованием дизтоплива, а также сократить количество древесных отходов, скапливающихся на полигонах хранения и, как следствие, уменьшить количество газов анаэробного разложения.

**Ключевые слова:** биотопливо, древесные отходы, электростанция, загрязняющие вещества.

**Т. Л. Леканова,**  
кандидат химических наук, доцент;  
**А. В. Андронов,**  
кандидат технических наук;  
**Н. И. Шкурлей,**  
напр. ТЭиТТ, 4 курс  
(Сыктывкарский лесной институт)

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ДРЕВЕСНЫХ ОТХОДОВ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЭНЕРГИИ В РЕЖИМЕ МИНИ-ТЭЦ

В Республике Коми основную долю производства электроэнергии (97 %) осуществляют шесть электростанций общего пользования, остальные электростанции небольшой мощности вырабатывают 3 % электроэнергии. Энергосистема Республики Коми состоит из пяти энергорайонов: Воркутинского, Интинского, Печорского, Ухтинского и Южного, соединенных системообразующими ВЛ 220 кВ протяженностью 930 км [1]. В структуре топливного баланса электростанций, расположенных на территории Республики Коми, наибольший удельный вес составляет газ — 70 %. Остальные доли — это уголь 15 %, черный щепок и древесные отходы — 13 %, мазут — 2 %, дизельное топливо — 0,2 %.

В Южном энергорайоне отсутствуют энергосистемы энергоисточников общего пользования, и существует дефицит тепловой и электрической энергии. Несмотря на наличие больших запасов ископаемого топлива, сосредоточенных на севере Республики Коми, из-за значительной протяженности территории с севера на юг стоимость энергоносителей для южных районов возрастает в 1,5—3,2 раза. При этом основной вид деятельности сел и поселков южных районов Республики Коми сосредоточен в лесопромышленном производстве — лесозаготовке и деревообработке, обеспечивающем достаточными ресурсами древесной биомассы, которая может быть использована в энергетических целях. Потенциал возможного освоения местных топливных ресурсов (дрова, отходы лесозаготовки, биогаз) и возобновляемые источники энергии (гидро- и ветроэнергетика) в Республике Коми оцениваются в 650 тыс. т у. т. в год. Современный уровень использования — менее половины. Для развития малой энергетики в центральных и южных районах Республики Коми есть большой потенциал неиспользуемого древесного биотоплива в виде отходов лесозаготовок. В на-

стоящее время 70 % отходов деревообработки используется в качестве топлива для выработки тепловой энергии.

Стационарные дизельные электрические установки (ДЭС), находящиеся на балансе ООО «Республиканская Генерирующая Компания» находятся в следующих восьми административных районах: Усть-Цилемский, Троицко-Печорский, Ижемский, Интинский, Усинский, Усть-Куломский, Удорский, Княжпогостский. Общая мощность дизельных электростанций ООО «Республиканская генерирующая компания» составляет 16 626 кВт [2].

Все ДЭС расположены в удаленной труднодоступной сельской местности и предназначены для выработки электрической энергии. Очистка выхлопных газов не производится вследствие ее дороговизны, а также из-за бесперспективного развития близлежащих деревень и поселков.

Основные загрязняющие вещества, поступающие в атмосферу от дизельных электростанций — это азота диоксид, азота оксид, бензапирен, керосин, сажа, сера диоксид, оксид углерода, формальдегид. Суммарные выбросы в атмосферу от дизельных электростанций загрязнений приведены в табл. 1.

**Таблица 1.** Выбросы загрязняющих веществ в атмосферу от дизельных электростанций ООО «РГК» за 2016 г., т [2]

Загрязняющее вещество	Район									Всего по «РГК»
	Усть-Цилемский	Ижемский	Интинский	Усть-Куломский	Усинский	Удорский	Княжпогостский	Троицко-Печорский	Ухтинский	
Азота диоксид	56,452	31,229	10,693	1,505	0,673	15,601	5,659	2,909	0,000126	124,721
Азота оксид	9,173	5,075	1,738	0,245	0,109	2,535	0,920	0,473		20,167
Бензапирен	0,000117	0,000065	0,000022	0,000003	0,000001	0,000032	0,000012	0,000006		0,000258
Керосин	27,855	15,409	5,276	0,743	0,332	7,69&	2,792	1,435		61,540
Сажа	4,642	2,563	0,879	0,124	0,055	1,283	0,465	0,239		10,257
Сера диоксид	9,471	5,239	1,794	0,253	0,113	2,617	0,949	0,485	0,000041	20,924
Углерод оксид	57,566	31,845	10,904	1,535	0,686	15,909	5,771	2,967	0,014269	127,197
Формальдегид	1,114	0,616	0,211	0,030	0,013	0,308	0,112	0,057		2,462
Сероводород	0,002	0,001	0,000	0,000	0,000	0,000	0,001	0,000		0,003876
С12-19	0,632	0,398	0,089	0,007	0,003	0,035	0,200	0,017		1,381
Бензин нефтяной, малосернистый	0,014								0,001471	0,015599
Дижелезо триоксид									0,01100	0,01100
Динарий карбонат									0,004877	0,004877
Пыль абразивная									0,019958	0,019958
Всего ЗВ	166,921	92,381	31,583	4,440	1,985	45,987	16,868	8,586	0,051742	368,803

Как видно из таблицы наибольшее количество выбросов от ДЭС возникает в виде диоксида азота  $\text{NO}_2$  и оксида углерода  $\text{CO}$ , при этом наибольший выброс загрязняющих веществ приходится на ДЭС Усть-Цилемского района: диоксида азота  $\text{NO}_2$  — 56,452 т/год, оксида углерода  $\text{CO}$  — 57,566 т/год, формальдегида — 1,114 т/год, сажи — 4,642 т/год.

Целью проекта является разработка технико-экономического обоснования по модернизации системы электроснабжения в селе Дзель МР «Усть-Куломский» Республики Коми с переходом на древесное топливо.

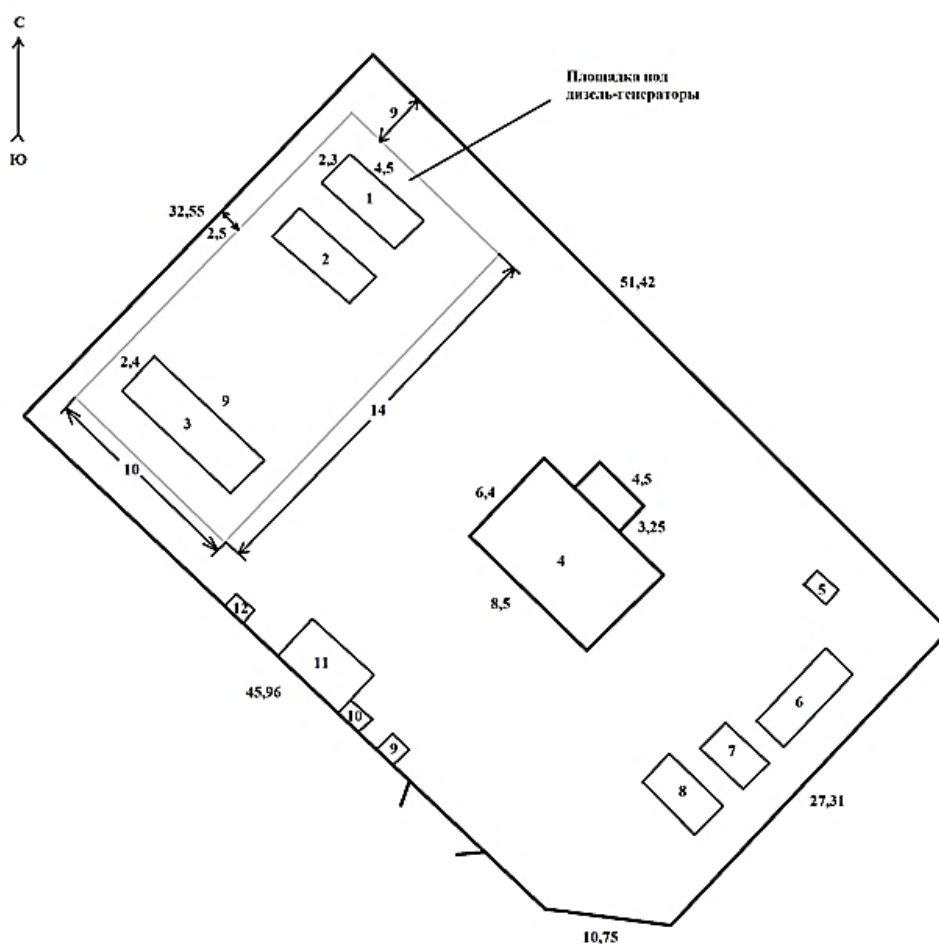
Село Дзель расположено в Усть-Куломском муниципальном районе Республики Коми. Село входит в зону децентрализованного электроснабжения: выработка электроэнергии в настоящее время осуществляется от дизельной электростанции (ДЭС).

Полезный отпуск электроэнергии ДЭС Усть-Куломского района составил в 2016 году: от ДЭС «Дзель» — 101 673 кВт · ч в год, от ДЭС «Габово» — 7 969 кВт · ч в год и от ДЭС «Канава» — 3 692 кВт · ч в год.

В Усть-Куломском районе выбросы загрязняющих веществ от ДЭС в 2016 г. составили: диоксида азота  $\text{NO}_2$  — 1,505 т/год, оксида углерода  $\text{CO}$  — 1,535 т/год, сажи — 0,124 т/год (табл. 1).

Дизельная электростанция «Дзель» обеспечивает электроэнергией село Дзель с общей численностью населения около 270 человек, 73 хозяйства. Незначительная мощность ДЭС позволяет обеспечивать лишь минимальную бытовую нагрузку населения. Для выработки электроэнергии используется дизельное топливо.

В схему ДЭС Дзель входят три дизельных генератора АД-30, АД-50, АД-60, мощностью 30, 50 и 60 кВт (рис. 1.), служебное помещение, здание ДЭС, насосная, три топливные емкости, складов товарно-материальных ценностей.



**Рис. 1.** План дизельной электростанции «Дзель» (текущая ситуация):  
 1, 2 — дизель-генераторы в кунгах; 3 — служебное помещение; 4 — здание ДЭС;  
 5 — насосная; 6 — емкость 50 м<sup>3</sup>; 7 — емкость 10 м<sup>3</sup>; 8 — емкость 25 м<sup>3</sup>;  
 9, 11, 12 — склады ТМЦ; 10 — щит противопожарный

Общее электропотребление с. Дзель составляет 101 672 кВт · ч/год. Электроэнергия поселка расходуется на освещение дорог, территории сельского поселения, освещение школы и других жилых помещений. Существующая схема электроснабжения представлена на рис. 2.



**Рис. 2.** Электроснабжение с. Дзель (текущая ситуация)

Для модернизации системы электроснабжения с. Дзель рассмотрено два варианта перевода электроснабжения на биотопливо:

- вариант 1: использование *микротурбины с термомасляным модулем*;
- вариант 2: использование поршневого двигателя внутреннего сгорания с газификационной установкой.

Рассмотрено несколько модификаций мини-ТЭЦ, работающих на древесных отходах:

- УМТ.250 Е и WHG 50 — термомасляная когенерационная установка мощностью 250 кВт тепловой энергии с микротурбиной Capstone WHG50 мощностью 50 кВт электроэнергии;
- НКW50 и ВНКW 50 — установка для газификации древесины с поршневым двигателем внутреннего сгорания мощностью 50 кВт электроэнергии компании «Липро энерги», г. Худе, Ольденбургский район, Германия.

### **Вариант 1. Использование микротурбины с термомасляным модулем.**

Установка включает термомасляный нагреватель, микротурбину на органическом цикле Ренкина (ОРИ) В ОРИ-процессе рабочая среда — вода заменяется силиконовым маслом. Биомасса (древесные отходы) сжигаются в термомасляном котле. Затем вырабатываемое тепло подается через экономайзер в масляный цикл (термомасло), которое испаряет органическую рабочую жидкость в испарителе, работающем на термомасле. Испаренная рабочая жидкость вращает микротурбину Capstone WHG 50 [3] (рис. 3), соединенную с генератором. Выполнив работу в электросиловом блоке, рабочая жидкость все еще содержит большое количество тепла, часть которого передается жидкой фазе в экономайзере для повышения эффективности работы системы в целом. Рабочая жидкость в парообразном состоянии попадает в охладитель, где конденсируется в жидкость, после чего стекает в ресивер для повторного использования в цикле. В качестве рабочего тела в микротурбине могут использоваться пропан, пентан, толуол или R245fa (пентафторпропан,  $t_{кип} = 15,4^{\circ} \text{C}$ ). Использование данных жидкостей в качестве рабочего тела в ОРС-цикле возможно благодаря низкой температуре кипения.



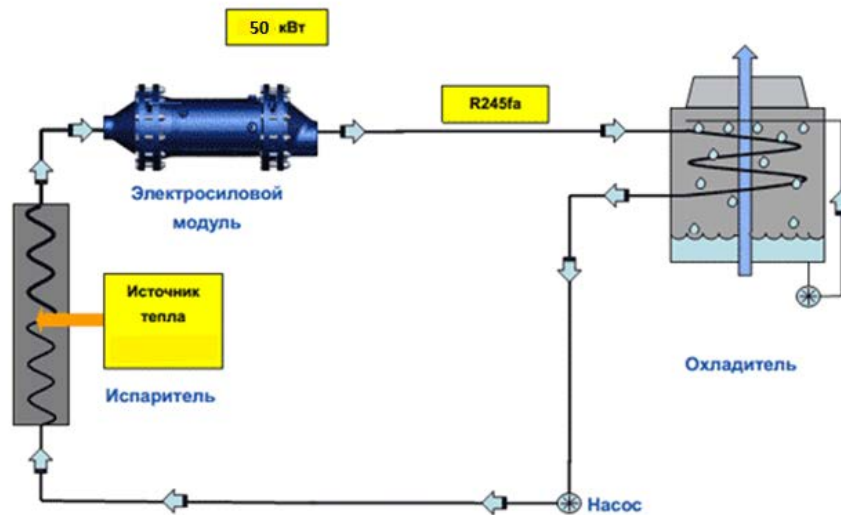


Рис. 3. Схема работы ORC-микротурбины Capstone WHG 50 [3]

Микротурбинные электростанции Capstone WHG 50 (рис. 4) одинаково эффективно работают как на чистом природном газе, так и на нестандартных видах топлива — биогазе, пиролизном, сжиженном газе.

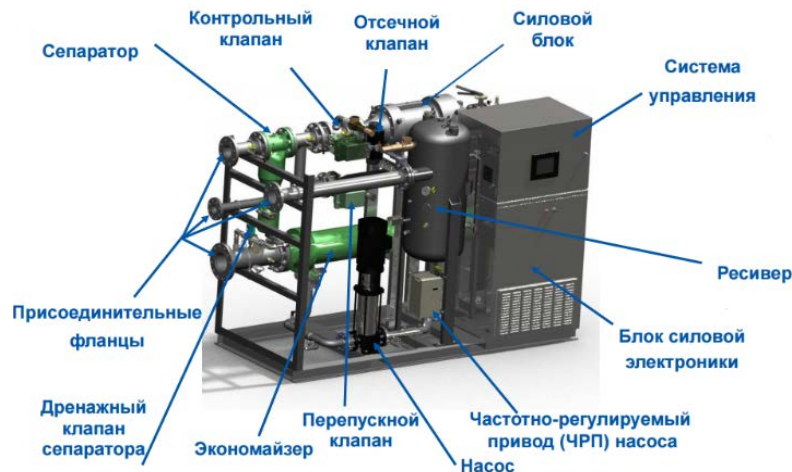


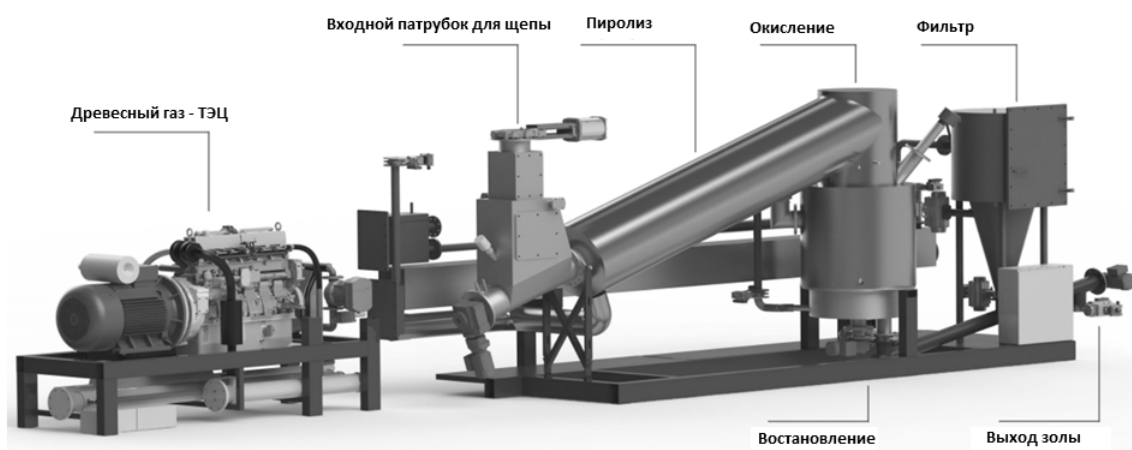
Рис. 4. Компоненты теплового электрогенератора Capstone WHG50 [3]

Инвестиционные затраты по проекту включают в себя основные элементы, представленные в табл. 2.

Таблица 2. Инвестиционные затраты по варианту 1

№	Наименование	Тип	Стоимость, руб.
1	Разработка проектно-сметной документации	РП.50ТЭЦ	500 000
2	Установка термомасляная (на биомассе)	УМТ.350Е	3 000 000
3	Технологическое оборудование ТЭЦ	ТКО.350Е	1 500 000
4	Оборудование выработки электричества и тепловой энергии	Capstone WHG 50	35 000 000
ИТОГО			40 000 000

**Вариант 2. Поршневой двигатель внутреннего сгорания с газификационной установкой.** В основе проекта лежит установка *модульной мини-ТЭЦ* малой мощности *при использовании технологии газификации древесных отходов с использованием генераторного газа в двигателе внутреннего сгорания* (рис. 5). Установка газификации древесины НКW50 [4] для выработки 50 кВт электро- и 110 кВт тепловой энергии состоит из двух модулей: газификационного модуля с присоединительным фланцем диаметром 200 мм и блочной теплоэлектроцентрали с поршневым двигателем внутреннего сгорания и электрогенератором ВНКW50. Блочная ТЭЦ НКW представляет комплекс с многоступенчатой газификацией. Отдельные этапы процесса технически разделены друг от друга, для того чтобы избирательно влиять на условия каждого этапа газификации. При этом обеспечивается высокое качество получаемого газа при использовании в качестве древесного топлива щепы. Электрическая энергия, отпускаемая от блочной ТЭЦ, будет поступать через существующие разводящие электрические сети электростанции.



**Рис. 5.** Установка газификации древесины НКW50 для выработки 50 кВт электро- и 110 кВт тепловой энергии [4]

Газификация щепы протекает в 3 стадии (рис. 6). Сначала в нагретом шнеке происходит сушка и пиролиз древесины на газ и уголь. Дальнейшее преобразование газа продолжается в двух зонах реактора, примыкающего к шнеку. В зоне окисления к газу подается воздух, при этом газ и содержащаяся в нем смола сгорают, с образованием диоксида углерода и воды. Затем газ попадает в зону восстановления, где при пониженной температуре проходит сквозь слой раскаленного угля, полученного при пиролизе. В результате этого газ восстанавливается, а уголь окисляется до монооксида углерода. Таким образом, получается газовая смесь из монооксида углерода, метана и водяного пара. При этом на фильтре оседает угольная пыль, содержащаяся в смеси. И наконец, в блочной станции из газа вырабатывается электричество и тепло. Зола скапливается на дне реактора и затем выгружается. Управлять процессом можно, изменяя температуру шнека и характеристики подаваемого воздуха. Топливом служит щепа длиной 30—50 мм с влажностью до 30 %.

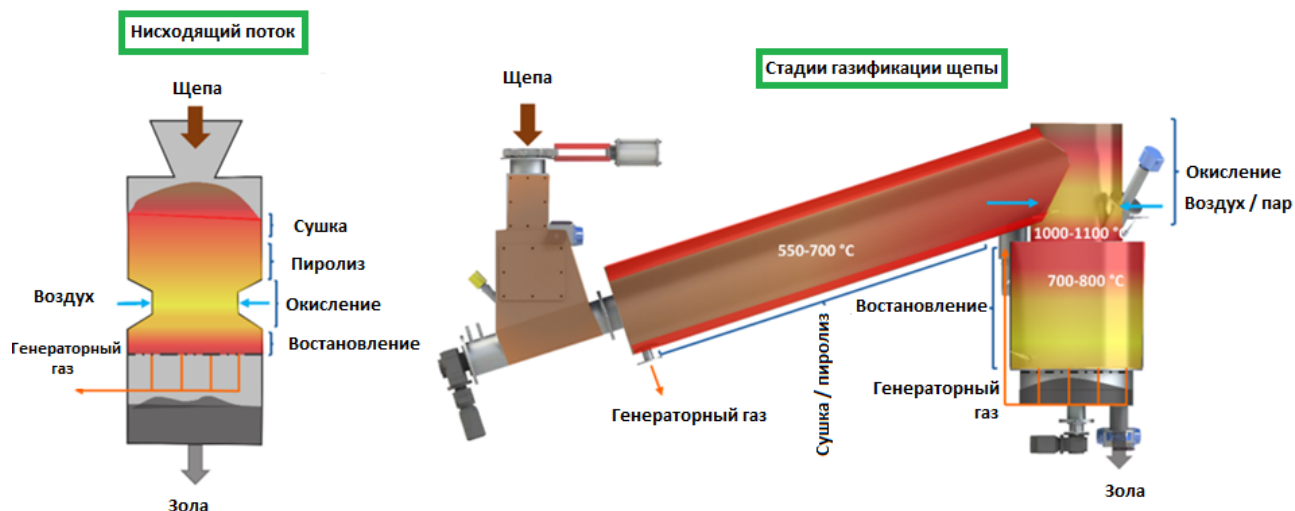


Рис. 6. Стадии газификации щепы в газификаторе НКW50

Инвестиционные затраты по проекту по варианту 2 включают в себя основные элементы, представленные в табл. 3.

Сравнительные характеристики мини-ТЭЦ, работающих на биотопливе, представлены в табл. 4. Согласно проведенному анализу, предпочтительным признан вариант 2.

Таблица 3. Инвестиционные затраты по варианту 2

№	Наименование	Тип	Стоимость, руб.
1	Газификационный модуль 200	НКW50	9 500 000
2	Блочная теплоэлектроцентраль ВНКW50	ВНКW50	3 500 000
3	Вспомогательное оборудование (контейнер, мобильная сушилка)		2 000 000
	ИТОГО		14 000 000

Таблица 4. Сравнительные характеристики мини-ТЭЦ

Показатели, характеристики	УМТ 250 Е; Capstone WHG 50	НКW50; ВНКW 50
<b>Котельный модуль</b>		
Теплопроизводительность, кВт	250	110
Расчетная теплотворность топлива, ккал	2 600	2 600
КПД (при номинальной мощности), %	84	87
Макс. рабочее давление, не более, кг/см <sup>2</sup>	4,0	8,0
Рабочее тело	Пар органических жидкостей	Газ
Температура рабочего тела, вход/выход, °С	302/242	1100
Макс. расход топлива (отн. влажн. ω = 8—30 %), кг/ч	187—262	50
<b>Электрогенерационный модуль</b>		
Электрическая мощность (вырабатываемая), кВт/ч	50	50
Теплопроизводительность, кВт	266	110
Температура теплоносителя (вода), вход/выход, °С	70/90	75/90
Электрогенератор	50 Hz, 400 V	50Hz, 400 V
Общая электрическая эффективность, %	19,3	94,6
Электрическая мощность (выдаваемая в сеть), кВт	61	50

Газификационная установка с поршневым двигателем внутреннего сгорания (НКW50), обеспечивает установленную электрическую мощность — 50 кВт, имеет высокий КПД 94,6 % по сравнению с микротурбинным модулем, низкий расход биотоплива (щепа) за счет конструктивных особенностей — 1 кг/кВт электрической энергии, небольшие габаритные размеры контейнера (9,5 × 3 × 2,8) м, что немаловажно при размещении на территории действующей дизельной электростанции. Производителем является ООО «Липро энерги», г. Худе, Германия.

Основными преимуществами оборудования ООО «Липро энерги» являются:

1) защита готового газа от попадания смол (после пиролиза сложные углеводородные молекулы, окисляясь, крекируются из газа при температуре 1050 °С, уголь в это время продвигается дальше в зону восстановления). Попадание смолы в газ потребовало бы в дальнейшем дорогостоящей очистки двигателя внутреннего сгорания;

2) низкое количество образуемой золы, благодаря постоянному поддержанию низкой температуры процесса газификации в результате разделения процессов окисления и восстановления;

3) удаление посторонних материалов, которые проваливаются через решетку газификатора.

Схема электроснабжения после реализации проекта представлена на рис. 7.

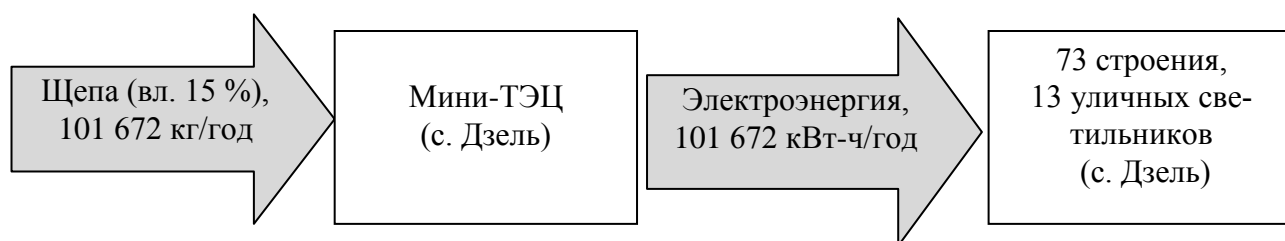


Рис. 7. Электроснабжение с. Дзель (перспектива)

Основным сырьем блочной ТЭЦ котельной будет являться: щепа, влажностью до 15 % (табл. 5). Теплотворная способность древесного топлива мало зависит от породы дерева, но зависит от влажности [5]. Резервное топливо — топливные гранулы и брикеты. В процессе брикетирования древесных отходов происходит увеличение плотности топливного брикета и уменьшение влажности до 10 %.

Необходимое количество топлива (щепа) — 101,672 т/год. Биотопливо (щепу) планируется доставлять на площадку котельной автомобильным транспортом от местных лесопильных предприятий, представленных в табл. 5. С поставщиками проводились предварительные согласования на поставку топлива. Резервным топливом котельной являются топливные гранулы и брикеты.

**Таблица 5.** Характеристика топлива

№ п/п	Параметры	Опилки	Щепа	Древесные брикеты
1	Низшая теплотворная способность, Гкал/кг	0,0017	0,0037	0,0039
2	Влажность, %	55	15	10
3	Выход летучих веществ, %	85	53	57
4	Зольность, %	0,5	1,8	1,9
5	Стоимость одной тонны топлива, включая транспортировку до здания котельной, руб.	350	3 000	4 000
6	Полный расход топлива, кг/ч	70	50	48

### ЭКОНОМИЧЕСКИЕ РАСЧЕТЫ ПО ПРОЕКТУ

**Вариант 1.** Перевод электростанции с дизтоплива на древесные отходы при использовании микротурбины в паре с *термомасляным модулем*. Чистая годовая экономия после реализации проекта при переводе электростанции с дизтоплива на древесные отходы при использовании микротурбины в паре с *термомасляным модулем* составит 1 394 697 руб./год (табл. 6).

**Таблица 6.** Чистая годовая экономия при переводе электростанции с дизтоплива на опилки при использовании микротурбины в паре с *термомасляным модулем* (вариант 1)

Элементы экономии	Текущая ситуация		После внедрения мероприятия		Чистая экономия	
	кол-во	руб./год	кол-во	руб./год	кол-во	руб./год
Топливо (дизтопливо), кг	39 583	1 885 823	0	0	39 583	1 885 823
Топливо (опилки), кг			101 672	35 585		-35 585
Дизельное масло, кг	350,5	87 500	0	0	350,5	87 500
Термомасло АМТ-300			7 000	330 000		-330 000
Фреон R245fa (пентафторпропан)			50	75 000		-75 000
Вода для охлаждения			20 33	69 952	20 33	-69 952
Электроэнергия, кВт·ч	7 187	106 572	11 791	174 861	4 604	-68 289
Плата за НВОС, т	1,597	300	0,623	100	0,974	200
Зарплата персонала, чел.	5	1 812 000	5	1 812 000	—	0
<b>Общая чистая экономия</b>						<b>1 394 697</b>

Затраты и экономия основаны на следующих тарифах и условиях:

- Дизтопливо = 47 642 руб./т
- Опилки = 350 руб./т
- Дизельное масло = 250 руб./кг
- Электроэнергия = 14,83 руб./кВт·ч
- Термомасло АМТ-300 = 46 852 руб./т
- Фреон R245fa = 1 500 руб./кг
- Вода = 34,40 руб./т

**Вариант 2.** Перевод электростанции с дизтоплива на топливную щепу при использовании поршневого двигателя внутреннего сгорания с газификационной установкой. Чистая годовая экономия после реализации проекта при переводе

электростанции с дизтоплива на топливную щепу при использовании газификационной установки составит 1 609 435 руб./год (табл. 7).

**Таблица 7.** Чистая годовая экономия при переводе электростанции с дизтоплива на топливную щепу при использовании газификационной установки

Элементы экономии	Текущая ситуация		После внедрения мероприятия		Чистая экономия	
	кол-во	руб./год	кол-во	руб./год	кол-во	руб./год
Топливо (дизтопливо), кг	39 583	1 885 823	0	0	39 583	1 885 823
Топливо (щепа), кг			101 672	305 016		-305 016
Дизельное масло, кг	350,5	87 500	0	0	350,5	87 500
Электроэнергия, кВт · ч	7 187	106 572	8 671	128 577	1 484	-22 005
Вода, м <sup>3</sup>			1 071	37 067	—	-37 067
Плата за НВОС, т	1,597	300	0,623	100		200
Зарплата персонала, чел.	5	1 812 000	5	1 812 000		0
<b>Общая чистая экономия</b>						<b>1 609 435</b>

Затраты и экономия основаны на следующих тарифах и условиях:

- Дизтопливо = 47 642 руб./т
- Топливная щепа = 3 000 руб./т
- Дизельное масло = 250 руб./кг
- Электроэнергия = 14,83 руб./кВт · ч

Из рассмотренных вариантов предпочтительным является вариант 2: Поршневой двигатель внутреннего сгорания с газификационной установкой, которая имеет наибольшую экономию в год — 1 609 435 руб. Показатели рентабельности проекта представлены в табл. 8.

**Таблица 8.** Рентабельность проекта по варианту 2

Показатель	Вариант 2
Итого, инвестиции, руб.	14 000 000
Чистая экономия, руб./год	1 609 435
Окупаемость, лет	8,46

Условия: экономический срок эксплуатации = 10 лет.

Оптимальным признан вариант 2: при более низких инвестиционных затратах он имеет по сравнению с вариантом 1 большую годовую экономию, более короткий срок окупаемости и более высокую доходность. Вариант 2 будет использован для дальнейших расчетов.

После реализации проекта негативное воздействие на окружающую среду снизится за счет уменьшения вредных выбросов электростанции при переходе от сжигания дизтоплива на сжигание щепы. Ниже в таблице приведено сокращение потребления дизтоплива, увеличение потребления электроэнергии, а также сокращение количества древесных отходов, размещаемых на свалках.

**Таблица 9.** Расчетная экономия по варианту 2

Снижение потребления топлива (дизтоплива), необходимого для получения электрической энергии	= 106 276 кВт · ч/год = 39,583 т/год
Увеличение потребления электроэнергии за счет внедрения механизации подачи топлива	= 4 604 кВт · ч/год = 4,604 т/год
Уменьшение количества древесных отходов, размещаемых на свалках	= 106 276 кг/год

Расчет уровня выбросов от ДЭС проводили, согласно национальному стандарту для расчета выбросов от стационарных дизельных установок [6]. Существующее количество образования NO<sub>2</sub> от сжигания дизтоплива составляет 1,067 т/год. Важной особенностью древесной биомассы, как топлива, является отсутствие в ней серы и незначительное содержание внутренней золы — не более 1 % [7—9]. Образование NO<sub>2</sub> от сжигания древесных отходов после реализации проекта составит 0,0271 т/год, что почти в 40 раз меньше, чем при сжигании дизтоплива по текущей ситуации. Реализация проекта приведет к снижению вредных выбросов — оксидов азота, оксидов серы и формальдегида в атмосферу (табл. 10).

**Таблица 10.** Снижение вредных выбросов (т/год)

	NO	NO <sub>2</sub>	CO	SO <sub>2</sub>	Сажа	Б(а)п	Формальдегид
Существующий уровень выбросов, т	0,175	1,067	0,936	0,131	0,098	0,0000017	0,0217
Выбросы после реализации мер, т	0,00042	0,0271	3,153	0	0,237	0,0000027	0
<b>Итого, снижение выбросов, т</b>	<b>0,17458</b>	<b>1,0399</b>	<b>-2,214</b>	<b>0,131</b>	<b>-0,139</b>	<b>-0,000001</b>	<b>0,0217</b>

Данные табл. 10 рассчитаны на основе: сокращения потребления дизтоплива (39,583 т/год), а также увеличения потребления электроэнергии (4,604 т щепы в год) и сокращения количества древесных отходов, размещаемых на свалках (106 276 кг/год). Реализация проекта приведет к сокращению выбросов парниковых газов от сжигания ископаемого топлива и анаэробного разложения древесных отходов на свалках. Анаэробное разложение древесных отходов на свалках сопровождается выделением CH<sub>4</sub>. Уменьшение количества выбросов метана составит 9,77 т/год (табл. 11).

**Таблица 11.** Результаты расчета эмиссии метана из 106,276 т отходов и пересчет в эквивалент диоксида углерода CO<sub>2</sub>

Наименование объекта отходов	Эмиссия метана, т/т отходов	Количество древесных отходов, т/год	Эквивалент CO <sub>2</sub> , т/т отходов	Количество метана CH <sub>4</sub> , т/год	Эквивалент CO <sub>2</sub> , т/год
Полигон древесных опилок	0,092	106,276	1,941	9,77	206,282

Ставки платы за выбросы загрязняющих в атмосферный воздух стационарными источниками приняты согласно Постановлению Правительства [10]. Согласно постановления, сажа отсутствуют в перечне ставок платы, поэтому норматив платы принимаем равным нулю.

Сумма платы за загрязнение атмосферного воздуха при текущей ситуации и плата за выбросы загрязняющих веществ от стационарных источников после реализации проекта представлена в табл. 12.

**Таблица 12.** Расчет платы за выбросы загрязняющих веществ в атмосферный воздух

№ п/п	Наименование загрязняющего вещества	Кол-во ЗВ, т/год	Нормативы платы за выброс 1 т ЗВ, руб.	Плата за год, руб.
<b>Текущая ситуация</b>				
1	NO	0,175	93,5	16,36
2	NO <sub>2</sub>	1,067	138,8	41,39
3	CO	0,936	1,6	1,49
4	SO <sub>2</sub>	0,131	45,4	5,94
5	Сажа	0,098	0	0
6	Бенз(а)пирен	0,0000017	5 472 968,7	9,30
7	Формальдегид	0,0217	1823,6	39,57
			<b>ИТОГО</b>	<b>114,08</b>
<b>После реализации проекта</b>				
1	NO	0,00042	93,5	0,039
2	NO <sub>2</sub>	0,0271	138,8	3,761
3	CO	3,153	1,6	5,044
4	Бенз(а)пирен	0,0000027	5 472 968,7	14,777
			<b>ИТОГО</b>	<b>23,621</b>

Реализация проекта позволит:

- повысить качество и надежность электроснабжения с. Дзель;
- сократить количество древесных отходов (101,672 т/год), вывозимых на свалки;
- сократить выбросы метана (9,77 т/год) при гниении древесных отходов на свалках;
- сократить потребление дизтоплива (39,583 т/год) на дизельной электростанции с. Дзель;
- сократить финансовые издержки на содержание электростанции;
- снизить негативное воздействие на окружающую среду (не будет выбросов SO<sub>2</sub> и формальдегидов);
- сократить выбросы парниковых газов (ПГ).

#### **Библиографический список**

1. Схема и программа развития электроэнергетики Республики Коми на 2016—2021 годы [Электронный ресурс] : распоряжение Правительства Респ. Коми от 29.04. 2016 г. № 189-р // СПС «КонсультантПлюс».
2. ООО «Республиканская Генерирующая Компания» [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <http://komirgk.ru/new/>.



3. БПЦ Инжиниринг [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <http://www.bpcenergy.ru/about/on-the-boc-engineering/>.
4. ООО «Lipro energy [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <http://lipro-energy.de/de/>.
5. Брик, М. И. Технологическая щепка [Текст] / М. И. Брик, Б. А. Васильев. — Москва : Лесная пром-ть, 1975. — 208 с.
6. ГОСТ Р 56163-2014. Национальный стандарт Российской Федерации. Выбросы загрязняющих веществ в атмосферу. Метод расчета выбросов от стационарных дизельных установок [Электронный ресурс]. — Введ. 2014-10-14. — Москва : Стандартинформ, 2014.
7. Жадина, Н. В. Сравнительный анализ эколого-экономической эффективности альтернативных видов топлива на основе древесного сырья [Текст] // Вестник Забайкальского государственного университета. — 2016. — Т. 22, № 8. — С. 88—95.
8. Лурий, В. Г. Сравнительные результаты сжигания брикетов лигнина и каменного угля [Текст] / В. Г. Лурий // Химия твердого топлива. — 2008. — № 6. — С. 22—28.
9. Тайлашева, Т. С. Оценка вредных выбросов в атмосферу от котельных Томской области [Текст] / Т. С. Тайлашева Л. Г. Красильникова, Е. С. Воронцова // Известия Томского политехнического университета. Инжиниринг георесурсов. — 2013. — Т. 322, № 4. — С. 52—55.
10. О ставках платы за негативное воздействие на окружающую среду и дополнительных коэффициентах [Текст] : Постановление Правительства РФ от 13.09.2016 N 913 // Собрание законодательства РФ. — 2016. — 19.09, № 38.

Рассмотрены вопросы получения древесно-полимерных композитов и влияние структуры полимерной матрицы на физико-химические свойства древесно-полимерных композитов.

**Ключевые слова:** древесно-полимерный композит, адгезия, поверхностное натяжение.

**П. В. Соловьев,**  
кандидат технических наук;  
**Е. С. Князьков,**  
напр. бакалавриата ТЭиТТ, 4 курс  
(Сыктывкарский лесной институт)

## ОБЗОР ТЕХНОЛОГИИ ПОЛУЧЕНИЯ ДРЕВЕСНО-ПОЛИМЕРНЫХ КОМПОЗИТОВ

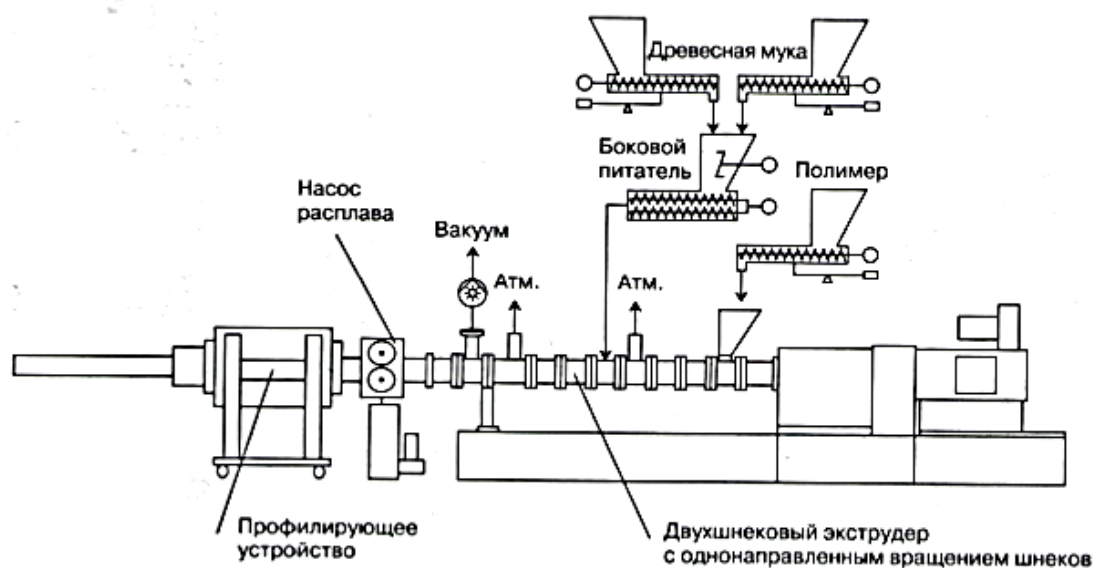
Одним из перспективных направлений по рациональному использованию древесных отходов является создание композиционных материалов на их основе, где в качестве связующего используются полимерные материалы (полиэтилен, полипропилен и их сополимеры).

Использование древесных наполнителей особенно актуально, поскольку в деревообрабатывающей промышленности России образуется ежегодно около 780—800 тыс. м<sup>3</sup> измельченных отходов древесины. Рациональное использование отходов деревообрабатывающей промышленности касалось по большей части их использования как топлива для котлов. Данное направление широко освещалось на кафедре «Теплотехники и гидравлики» и реализовалось в создании проекта по переводу котельной СЛИ на биотопливо. Выбранное же направление (создание древесно-полимерных композитов) является для лесного института новым направлением рационального использования древесных отходов.

Интерес к рынку ДПК в России велик. С каждым годом число производителей ДПК в России увеличивается: если в 2010 г. в этом сегменте работало всего 4 компании, то уже в 2015 г. работает свыше 60 предприятий по выпуску ДПК (ведущие предприятия «МультиПласт» — 23 %, «Техно-Полимер» — 11%). Ведущими европейскими производителями ДПК являются Германия, Франция, Финляндия. По данным исследований Академии конъюнктурных промышленных рынков потребление декинга в 2013 г. составил 20,2 тыс. т., а в 2014 г. составил 21,3 тыс. т. Объем производства существенно уступает растущему спросу. Основными факторами, сдерживания развития российского рынка ДПК, является несформированный спрос, однотипность продукции, отсутствие нормативно-технической документации [1].

Материал из ДПК более стойкий к атмосферным воздействиям и на много долговечнее по сравнению с древесными материалами, что имеет важное значение для эксплуатации ДПК в климатических условиях нашей страны. Кроме того, ДПК материал не токсичен, в отличие от древесно-стружечных плит, которые в своем составе имеют токсичные связующие смолы [2].

Основные способы производства ДПК — литье под давлением и экструзия. Экструзия является наиболее распространенным способом производства ДПК.



Технологическая схема производства ДПК [3]

Формирование изделий происходит путем подачи гранул в бункер с последующей экструзией при температуре плавления. Изделие формируется путем экструзии через фильеру, затем захватывается тянущим устройством, калибруется и охлаждается, затем изделие поступает в охлаждаемую ванну, в которой доводится до температуры хранения. Для получения товарного изделия, профиль поступает в отрезающее устройство и затем упаковывается. Классификация изделий, получаемых методом экструзии, основана на геометрии поперечного сечения профиля и фильеры.

В ДПК с низким содержанием древесного наполнителя свойства композита определяются, в основном, свойствами полимера. А, когда древесины становится больше, то свойства композитов определяются [4]:

– свойствами полимерной матрицы. Анализ литературных и патентных данных показал, что в качестве полимерного связующего используют полиэтилен, полипропилен, поливинилхлорид, сополимеры этилена с пропиленом, полистирол, полиметакрилат, полиамиды с температурой переработки не выше 200 °С (температура деструкции лигнина);

– свойствами древесных частиц. В ряде литературных данных приводится информация, что вид древесины не влияет на свойства ДПК, а определяющим является размер и форма частиц. Однако в связи с высокими энергетическими затратами при производстве древесной муки существует ряд ограничений. С точки зрения экономики проще использовать крупные частицы муки. Но это сопровождается снижением производительности оборудования, неоднородность свойств изделия. При увеличении содержания наполнителя увеличивается вероятность контакта частиц наполнителя друг с другом, что приводит к агломерации наполнителя. Работ по этому направлению мало;

– характером связи между древесными частицами и полимерной матрицей. В качестве основного и определяющего физико-химического параметра отвечающего за связь древесной муки с полимерной матрицей рассматривается адгезия полимерной матрицы к древесному наполнителю. Именно адгезия играет ключевую роль в обеспечении прочности ДПК.

Закономерности адгезии и роль этого явления в прочности ДПК исследуются на стыке различных областей наук: физической — химии и химии высокомолекулярных соединений, физики твердого тела, классической механики и др. В данном контексте, когда контактируют две фазы (полимер и дерево) адгезию рассматривают в аспекте физической химии поверхностных явлений [5]. Оценивают адгезию по адгезионной прочности, поддающейся экспериментальному определению только в ряде случаев. Полезно рассмотреть факторы, влияющие на величину адгезионной прочности:

- 1) энергия связей, действующих через поверхность раздела;
- 2) число связей образующихся на границе раздела;
- 3) дефектность границы раздела;
- 4) структурно-морфологическая организация и фазовый состав поверхности раздела.

Присутствие в полимерной матрице диспергированных частиц с механическими свойствами отличными от свойств полимера, может привести к изменению механизма разрушения адгезионного соединения благодаря изменению процесса роста и распространения трещин. Встречая на своем пути препятствие, трещина может остановиться, изменить направление, разветвиться и т.п. Если фаза включения достаточно пластична, на конце трещины может возникнуть пластическая деформация, замедляющая процесс разрушения и, в конечном счете, способствующая росту ударной вязкости и трещиностойкости ДПК.

Для оценки адгезионной прочности можно использовать поверхностное натяжение. Молекулы, находящиеся на поверхности испытывают воздействие неуравновешенных молекулярных сил, вследствие чего получают дополнительную энергию по сравнению с молекулами, находящимися внутри материала. Поверхностное натяжение можно предсказывать исходя из строения полимеров по формуле [6]:

$$\gamma = C_j \frac{\sum \Delta E_i^*}{(\sum \Delta V_i)^{\frac{2}{3}} m^{\frac{1}{3}}},$$

где  $C_j = 0,1277$  для полярных полимеров,  $C_j = 0,0751$  для полимеров, проявляющих водородное связывание,  $C_j = 0,0476$  для полимеров, содержащих нитрильные группы;  $\Delta E_i^*$  — молярная энергия когезии. Расчеты, проведенные по формуле, представлены в таблице;  $V_i$  — Ван-дер-Ваальсов объем атомов;  $m$  — число атомов в повторяющемся звене.

Полимер	$\sum E_i$ , Дж/моль	$\sum V_i$ , А	$\gamma_n$ эксп.	$\gamma_n$ расч.
			дин/см	
полиэтилен	5401	34,2	31,0—35,7	35,6
полипропилен	14885	51,3	29,0—29,6	39,6
полиизобутилен	10801	68,6	27,0—33,6	34,8
<b>поливинилфторид</b>	12087	39,3	28,0—36,7	44,3
<b>поливинилхлорид</b>	11055	49,0	39,0—41,5	36,3
поливинилиденфторид	5202	44,6	23,0—32,7	29,0
<b>политрифторэтилен</b>	11891	49,7	22,0—23,9	38,9
<b>полихлортрифторэтилен</b>	10761	65,7	31,0	30,7
политетрафторэтилен	5008	55,0	18,5—19,7	18,8
полистирол	22990	109,7	33,0—43,0	38,0
поливиниловый спирт	23645	41,6	37,0	61,0
полиакрилонитрил	19324	54,0	44,0	50,0
полиметакрилат	18379	79,5	41,0	33,8
полиамид	51562	201,2	31,0—33,0	31,4
полиэтилентерефталат	43547	169,9	40,0—47,0	35,2
полиэтилакрилат	21080	96,7	39,3—40,2	31,6
полиметиметакрилат	23780	96,7	33,0	30,0
полиэтилметакрилат	21050	113,8	36,0	31,6
поливинилацетат	18379	79,6	36,0	33,8

В результате полученные данные показали, что:

- поверхностное натяжение полимеров позволяет определить вероятность разрушения адгезионного соединения при производстве ДПК;
- расчет выявил закономерность, что наиболее выгодным является использование галогензамещенных полимерных матриц.

#### Библиографический список

1. Обзор рынка древесно-полимерных композитов [Текст] / М. Н. Сидорова // — Лесная Индустрия. — 2014. — № 1—2. — С. 69—70.
2. Коршун, О. А. Экологически чистые древеснонаполненные пластмассы [Текст] / О. А. Коршун, Н. М. Романов // Строительные материалы. — 1997. — № 5. — С. 8—11.
3. Компаундирование полимеров методом двушнековой экструзии [Текст] / С. И. Вольфсон и [др.] // Научные основы и технологии. — 2014. — С. 88—94.
4. Ершова, О. В. Исследование зависимости свойств древесно-полимерных композитов от химического состава матрицы [Текст] / О. В. Ершова и [др.] // Современные проблемы науки и образования. — 2014. — № 2.
5. Кикоин, А. К. Молекулярная физика [Текст] / А. К. Кикоин, И. К. Кикоин. — Москва : Наука, 1976. — 480 с.
6. Аскадский, А. А. Компьютерное материаловедение полимеров [Текст]. Т. 1. Атомно-молекулярный уровень / А. А. Аскадский, В. И. Кондрашенко. — Москва : Науч. мир, 1999. — 544 с.

В статье представлен обзор проблем и перспектив развития переработки древесных отходов в Республике Коми. Определено, что производство древесного биотоплива является одним из базовых условий роста ресурсоэффективности лесного сектора России. Показаны общемировые тенденции повышения спроса на топливные гранулы и брикеты. Выявлены факторы, ограничивающие сбыт древесного биотоплива. Обозначены проблемы переработки древесных отходов в регионе и направления их устранения.

**Ключевые слова:** лесной сектор, переработка отходов, проблемы, направления развития.

**М. А. Шишелов,**  
кандидат экономических наук  
(ИСЭиЭПС Коми НЦ УрО РАН)

## **ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ПЕРЕРАБОТКИ ДРЕВЕСНЫХ ОТХОДОВ В РЕСПУБЛИКЕ КОМИ**

Развитие биоэнергетики на федеральном и региональном уровне с использованием в качестве основного сырья древесных отходов является одним из базовых условий повышения ресурсоэффективности лесного сектора России, главенствующего принципа «зеленой экономики». Сами по себе отрасли лесной промышленности, при должном уровне развития, очень рационально управляют ресурсами. Древесина используется в качестве сырья в процессе производства, а затем отходы применяются для выпуска биотоплива и когенерации возобновляемой энергии из биомассы. Это позволяет сектору быть намного меньше зависимому от энергии и получать дополнительный доход от продажи возобновляемого топлива [1].

Общемировые тенденции развития энергии на базе древесины таковы, что рынки продолжают расти, прежде всего, за счет увеличивающегося спроса в европейском регионе и формирующихся новых рынков Азии. Страны Европы являются крупнейшими потребителями биотоплива в мире, с 2002 по 2012 г. спрос с их стороны увеличился на 45,6 %, а доминирующие позиции в торговле энергоносителями на базе древесины заняли топливные древесные гранулы. В 2012 г. основными экспортёрами древесных гранул в Европу являлись Соединенные Штаты, за которыми следовали Канада и Российская Федерация.

Увеличивающийся объем иностранных и отечественных инвестиций в создание мощностей по производству биотоплива в России свидетельствует о существующей на мировых рынках энергоносителей уверенности. Однако вместе с лидирующими позициями отечественного лесного сектора на мировой сцене в экспорте древесного топлива внутреннее потребление различных энергоносителей пусть и растет, но остается крайне малым. По данным 2012 г. выпуск топливных древесных гранул в России увеличился на 50 % и составил по приблизительным оценкам 1,5 млн т, 96 % которых было поставлено на экспорт. Рост

производства древесных брикетов был не таким значительным, около 20 % — до 300 тыс. т в год, 40 % которых было реализовано на внутреннем рынке [2].

Многие отечественные лесоперерабатывающие предприятия, производящие древесное биотопливо (топливные гранулы, брикеты и т. д.) сталкиваются с проблемой сбыта продукции. И если крупные организации справляются с этой ситуацией, то средние и мелкие не способны ее преодолеть. С одной стороны факторами, препятствующими эффективному сбыту, являются внешнеэкономические: высокая конкуренция на мировых рынках биотоплива, сложная и дорогостоящая процедура сертификации продукции, поиск долгосрочных надежных потребителей. С другой стороны внутренние: слабое потребление биотоплива в России, низкое качество продукции большинства производителей, в силу несоблюдения технологии производства и использования относительно устаревшего оборудования.

В лесном секторе Республики Коми, как и в других лесодостаточных субъектах страны, продолжает сохраняться проблема переработки отходов лесопильных и деревообрабатывающих производств из-за недостаточного сбыта на внутреннем рынке и ограничивающих его факторов на внешних мировых рынках. По экспертным оценкам ежегодно на территории республики при объеме заготовки 7,6 млн куб. м древесины образуется примерно 1,4 млн куб. м отходов, из них 0,5 млн куб. м в виде сучьев, веток остается на лесосеках. В составе заготовок 1,5 млн куб. м приходится на дровяную древесину. Объемы отходов лесопиления большинства деревообрабатывающих предприятий составляют около 50 % от количества, поступающего в обработку сырья. Руководители предприятий озабочены не столько возможностью реализации полученных отходов, сколько необходимостью их утилизации.

Для решения обозначенной проблемы переработки отходов лесопильных и деревообрабатывающих производств Республики Коми создана «Дорожная карта» [3] по развитию биоэнергетики, которая согласно плану реализации требует выполнения нескольких основных задач:

- создание новых и расширение существующих производств топливных гранул и топливных брикетов;
- реализация проектов по строительству (реконструкции) коммунальных котельных, использующих в качестве основного вида топлива древесные топливные брикеты и гранулы;
- перевод социальных объектов с электроотопления (отопления углем) на отопление древесными топливными гранулами или брикетами;
- популяризация использования древесных топливных гранул и брикетов для производства тепла среди населения и хозяйствующих субъектов.

Результатом совместной работы Правительства Республики Коми и предприятий лесного сектора стало то, что за последние три года до реализации «Дорожной карты развития биоэнергетики» было создано 14 производств топливных гранул и брикетов с общей мощностью около 90 тыс. т в год, на которых занято более 120 человек. В планах на 2016—2018 гг. ввести в эксплуатацию еще 8 биотопливных производств в различных муниципалитетах респуб-

лики, а также мощности, генерирующие тепловую энергию на топливных гранулах, брикетах и щепе.

Появление новых производств, перевод котельных на древесное топливо отчасти решает проблему с утилизацией древесных отходов в лесных районах республики. Вместе с тем конкуренция на внутреннем рынке биотоплива продолжает оставаться высокой при недостаточном спросе со стороны предприятий и населения, а совокупная доля вовлеченных в переработку древесных отходов составляет менее 30 %.

#### **Библиографический список**

1. Ресурсоэффективная Европа [Электронный ресурс]. — Режим доступа: [/http://ec.europa.eu/environment/resource\\_efficiency/index\\_en.htm](http://ec.europa.eu/environment/resource_efficiency/index_en.htm).
2. Ежегодный обзор рынка лесных товаров, 2012—2013 годы [Текст] // Женевское исследование по сектору лесного хозяйства и лесной промышленности (ООН, Женева). — 2013. — № 33. — С. 214.
3. «Дорожная карта» (план мероприятий) «развитие биоэнергетики в Республике Коми (2016—2018 годы) [Электронный ресурс]. — Режим доступа: [http://www.biotoprk.ru/files/docs/gos\\_p\\_minprom\\_rasp\\_n269p.pdf](http://www.biotoprk.ru/files/docs/gos_p_minprom_rasp_n269p.pdf).



## Секция «Транспортные машины и оборудование»

УДК 630\*006

Предложена процедура выбора критерия оптимизации при вывозке древесины транспортными средствами с механической трансмиссией. Процедура реализована в виде отдельного функционала в программной среде «Клариго ЛЕС». Применение процедуры продемонстрировано расчетами минимизации суммарных удельных затрат вывозки древесины сортментовозами с лесосеки № 233/12 квартала № 180 Верхне-Вашкинского участкового лесничества Республики Коми.

**Ключевые слова:** лесозаготовка, вывозка древесины, оптимизация.

**Н. Г. Евстафьев,**  
кандидат технических наук  
(Сыктывкарский лесной институт)  
**В. В. Королёв, А. В. Потапов**  
(ООО «Клариго»)

### К ВОПРОСУ ВЫБОРА КРИТЕРИЯ ОПТИМИЗАЦИИ СКОРОСТНОГО РЕЖИМА ВЫВОЗКИ ДРЕВЕСИНЫ

Автоматизированное проектирование технологий лесозаготовок включает в себя задачу проектирования технологической карты вывозки древесины, которая описывает оптимальный скоростной режим вывозки древесины транспортным средством (ТС) посредством указания для каждого участка трассы соответствующей скорости движения ТС и соответствующей ступени передачи трансмиссии. Также для описываемого оптимального скоростного режима могут указываться прямые удельные затраты вывозки древесины как суммарно, так и с разбивкой по отдельным видам затрат.

Процедура определения оптимального скоростного режима вывозки древесины описана в [1], суть которой сводится к определению двух типов скоростного режима, минимизирующих либо временные, либо топливные затраты вывозки древесины. В этом случае требуется из двух построенных оптимальных скоростных режимов выбрать такой скоростной режим, который минимизирует суммарные удельные затраты вывозки древесины.

Рассмотрим упрощенную модель удельных затрат вывозки древесины, включающая в себя стоимость топлива, заработную плату водителя, и стоимость моторесурса ТС. Потому, что усложнение модели удельных затрат вывозки древесины посредством учета амортизационных отчислений, затрат на содержание управленческого персонала предприятия и других накладных расходов, влечет лишь суммирование перечисленных затрат со стоимостью моторесурса ТС, не изменяя при этом полученных соотношений в процедуре выбора критерия оптимизации и соответствующего скоростного режима.

При построении модели процедуры выбора оптимального скоростного режима принимается очевидное допущение о том, что цена топлива и стоимость моточаса ТС являются постоянными величинами, а переменной величиной яв-

ляется тарифная ставка оплаты труда водителя. Очевидно, что содержательная природа задачи оптимизации вывозки древесины предполагает существование только двух оптимальных скоростных режимов, удовлетворяющих либо критерию минимизации времени движения, либо критерию минимизации расхода топлива.

Данный факт обусловлен тем, что для некоторых участков трассы, где выполняется условие движения ТС, механическая трансмиссия позволяет реализовать движение ТС как с меньшим расходом топлива и меньшей скоростью на более высокой ступени передач трансмиссии, так и движение с меньшим временем движения и большим расходом топлива на менее высокой ступени передач. Других промежуточных оптимальных скоростных режимов ТС с механической трансмиссией не существует.

Вследствие вышесказанного для выбора критерия оптимизации, определяющего искомый оптимальный скоростной режим, рассчитываются суммарные удельные затраты для двух скоростных режимов, минимизирующих затраты топлива либо затраты времени. И в качестве искомого критерия оптимальности и соответствующего скоростного режима выбирается скоростной режим с минимальными суммарными удельными затратами.

Рассмотрим соотношение, при котором суммарные удельные затраты оптимального скоростного режима, минимизирующего затраты топлива, меньше суммарных удельных затрат оптимального скоростного режима, минимизирующего затраты времени. Это позволяет в дальнейшем, в зависимости от этого соотношения, выбрать соответствующий критерий оптимизации, определяющий оптимальный скоростной режим с наименьшими суммарными удельными затратами при вывозке древесины.

Для определения искомого соотношения введем переменные, характеризующие модель вывозки древесины.

Переменные, характеризующие транспортное средство:

$G$  — грузоподъемность, тн;

$P$  — усредненная плотность древесины;

$V = G/P$  — грузоподъемность, м<sup>3</sup>;

$L$  — длина пути вывозки древесины, км;

$M$  — моторесурс двигателя, ч;

$C_{двс}$  — цена двигателя, руб.;

$C_M = C_{двс}/M$  — цена моточаса двигателя, руб./ч;

$C_Q$  — цена топлива ТС, руб./л;

$C_{тариф}$  — тариф оплаты труда водителя ТС, руб./ч;

Переменные, характеризующие оптимальный скоростной режим вывозки древесины:

$Q_{fuel}$  — расход топлива (критерий минимизации расхода топлива), л;

$T_{fuel}$  — время движения (критерий минимизации расхода топлива), ч;

$Q_{time}$  — расход топлива (критерий минимизации времени движения), л;

$T_{time}$  — время движения (критерий минимизации времени движения), ч.

Переменные, характеризующие удельные затраты оптимального скоростного режима вывозки древесины ТС:

$q_{fuel} = Q_{fuel} / (V \cdot L)$  — удельный расход топлива (критерий минимизации расхода топлива), л/м<sup>3</sup> · км;

$t_{fuel} = T_{fuel} / (V \cdot L)$  — удельное время движения (критерий минимизации расхода топлива), час/ м<sup>3</sup> · км.

$q_{time} = Q_{time} / (V \cdot L)$  — удельный расход топлива (критерий минимизации времени движения), л/ м<sup>3</sup> · км;

$t_{time} = T_{time} / (V \cdot L)$  — удельное время движения (критерий минимизации времени движения), час/ м<sup>3</sup> · км.

Искомое соотношение определяется из условия того, что при выборе критерия минимизации времени движения получаемая при этом стоимость суммарных удельных затрат вывозки древесины меньше стоимости суммарных удельных затрат, получаемой при критерии минимизации расхода топлива. Очевидно, что данное условие справедливо при следующих значениях переменной  $C_{\text{тариф}}$  — тарифа оплаты труда водителя:

$$C_{\text{тариф}} \geq C_Q \times \frac{(q_{time} - q_{fuel})}{(t_{fuel} - t_{time})} - C_M.$$

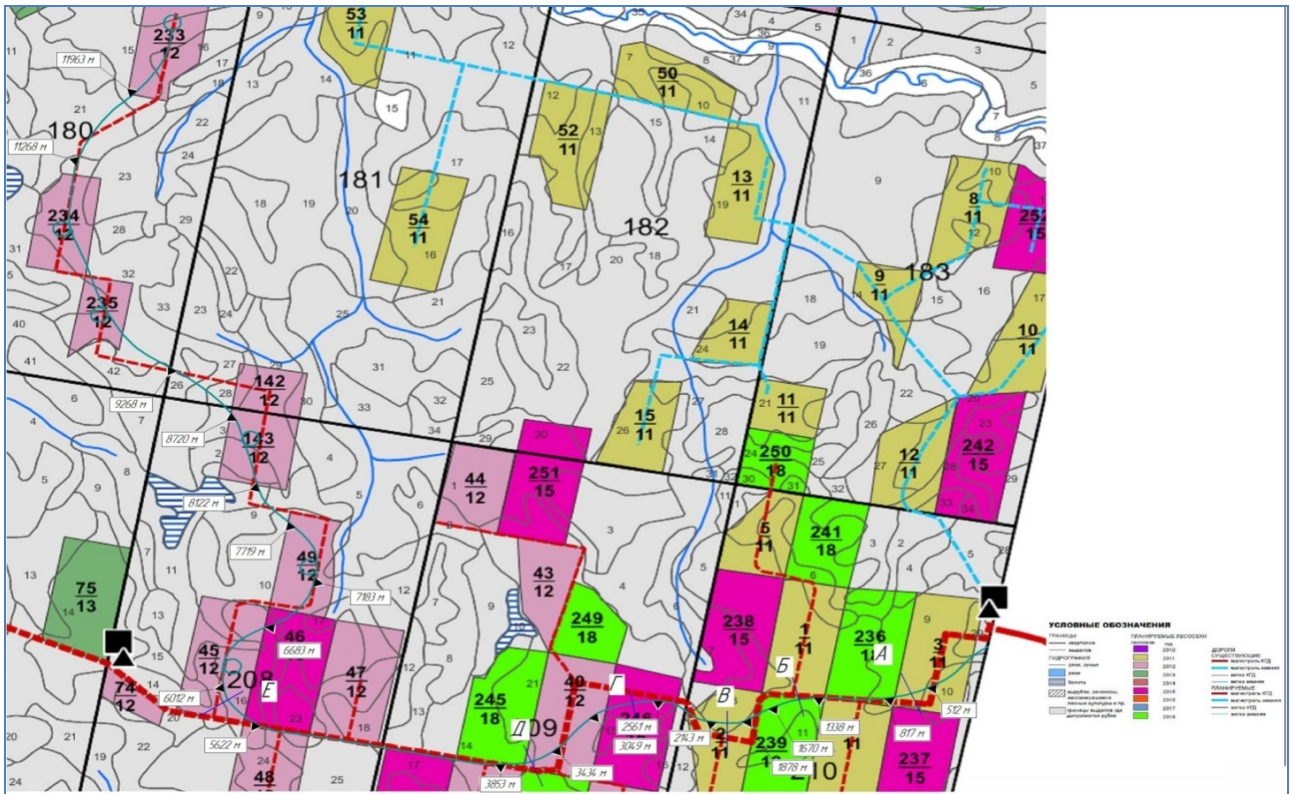
Продемонстрируем результаты выбора критерия оптимизации и соответствующего оптимального скоростного режима вывозке древесины сортиментовозами, перечень которых приведен на рис 1.

I. Характеристика транспортных средств (ТС)						
№№ п/п	Наименование ТС	Грузоподъемность		Наименование ДВС	Цена ДВС	Моторесурс ДВС
		тн	куб.м			
1.	КАМАЗ 43118 (3078-46)	26	32.5	КАМАЗ 740.662-300	700000	25000
2.	КАМАЗ 65115-3094	43.4	54.25	Cummins ISB6.7e4300	980000	50000
3.	КАМАЗ 53228	36.03	45.04	КАМАЗ 740.662-300	700000	25000
4.	МАЗ 6312А9-326-02	36	45	ЯМЗ-650.10	800000	50000
5.	МАЗ 6317х9-444	36.65	45.81	ЯМЗ-6585	810000	40000
6.	Урал - 4320	18.7	23.37	ЯМЗ-236HE2	280000	40000
7.	MAN TGA 33.480	60.35	75.44	MAN D2676LF33	1300000	50000
8.	Mercedes actros	51.8	64.75	Daimler AG OM502LA360	900000	50000
9.	Scania P440	46	57.5	Scania DC13072A	800000	40000

Рис. 1. Характеристика сортиментовозов для вывозки древесины

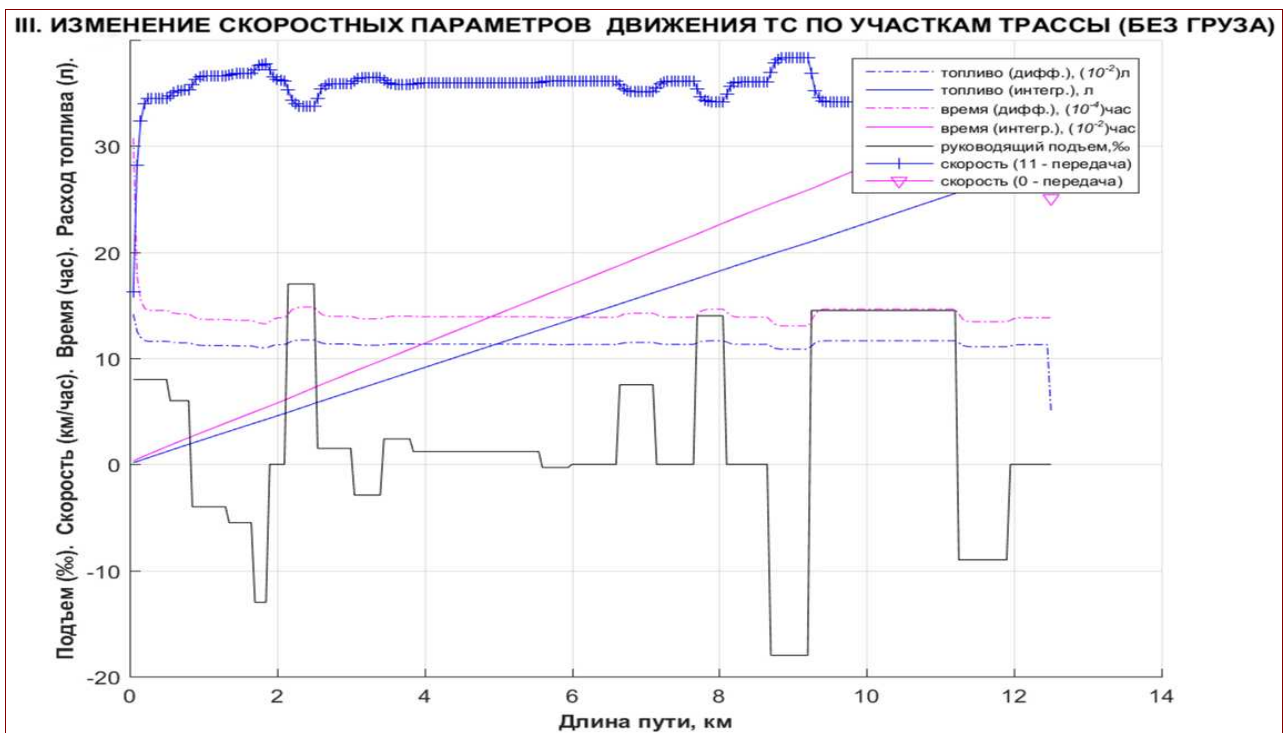
Для всех вышеперечисленных ТС с использованием функционала программной среды «Клариго ЛЕС» определялись оптимальные скоростные режимы вывозки древесины, минимизирующих затраты топлива либо затраты времени движения.

При расчете оптимальных скоростных режимов рассматривалась трасса вывозки древесины по усу и ветке с лесосеки № 233/12 кв. № 180 Верхне-Вашкинского участкового лесничества РК до примыкания к дороге общего пользования, представленная на рис. 2. Расчет оптимальных скоростных режимов вывозки древесины производился при движении ТС в порожнем и грузовом направлении с учетом минимизации расхода топлива либо времени движения ТС.



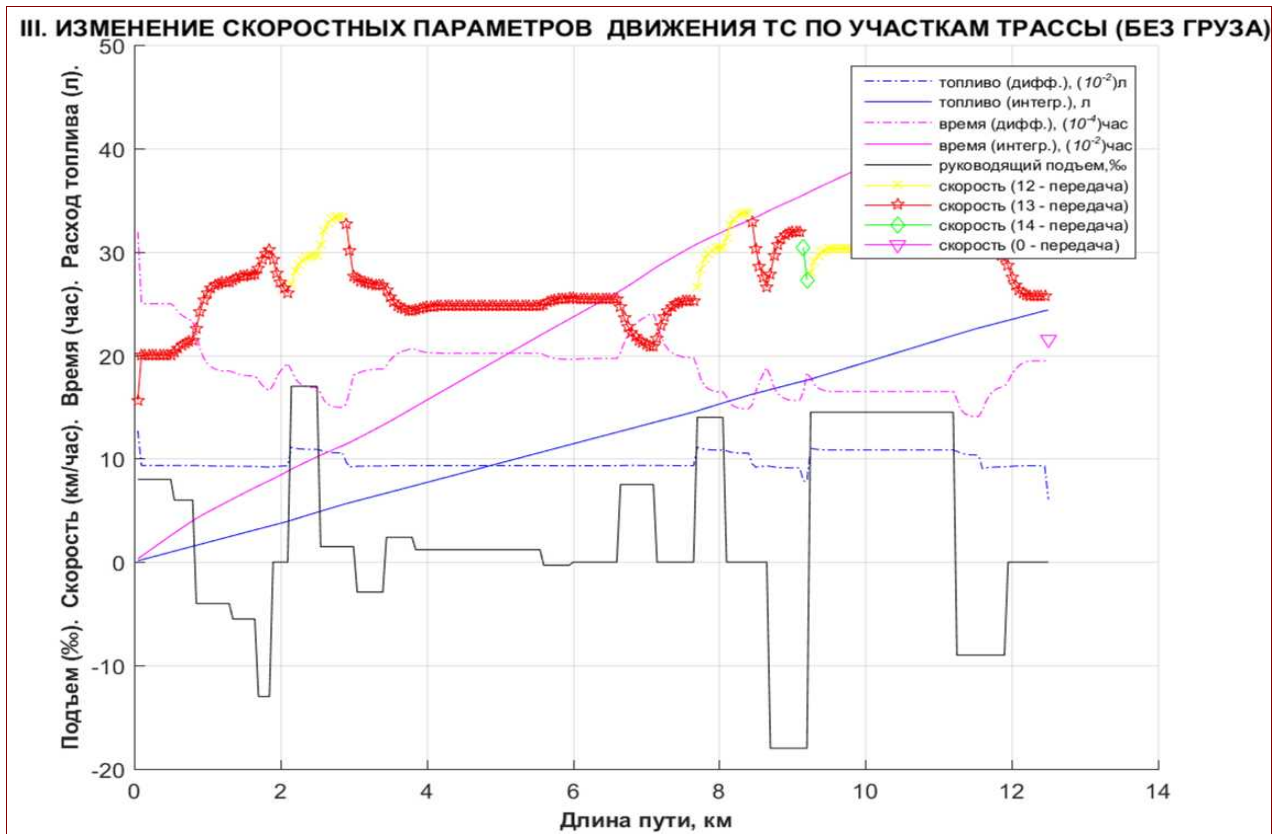
**Рис. 2.** Трасса вывозки древесины с лесосеки № 233/12 кв. № 180 Верхне-Вашкинского лесничества РК до примыкания к дороге общего пользования

В целях сокращения объема прилагаемых материалов рассмотрим расчет скоростных режимов для сортиментовоза «MAN TGA 33.480» с наименьшими суммарными удельными затратами вывозки древесины (рис. 3—6).

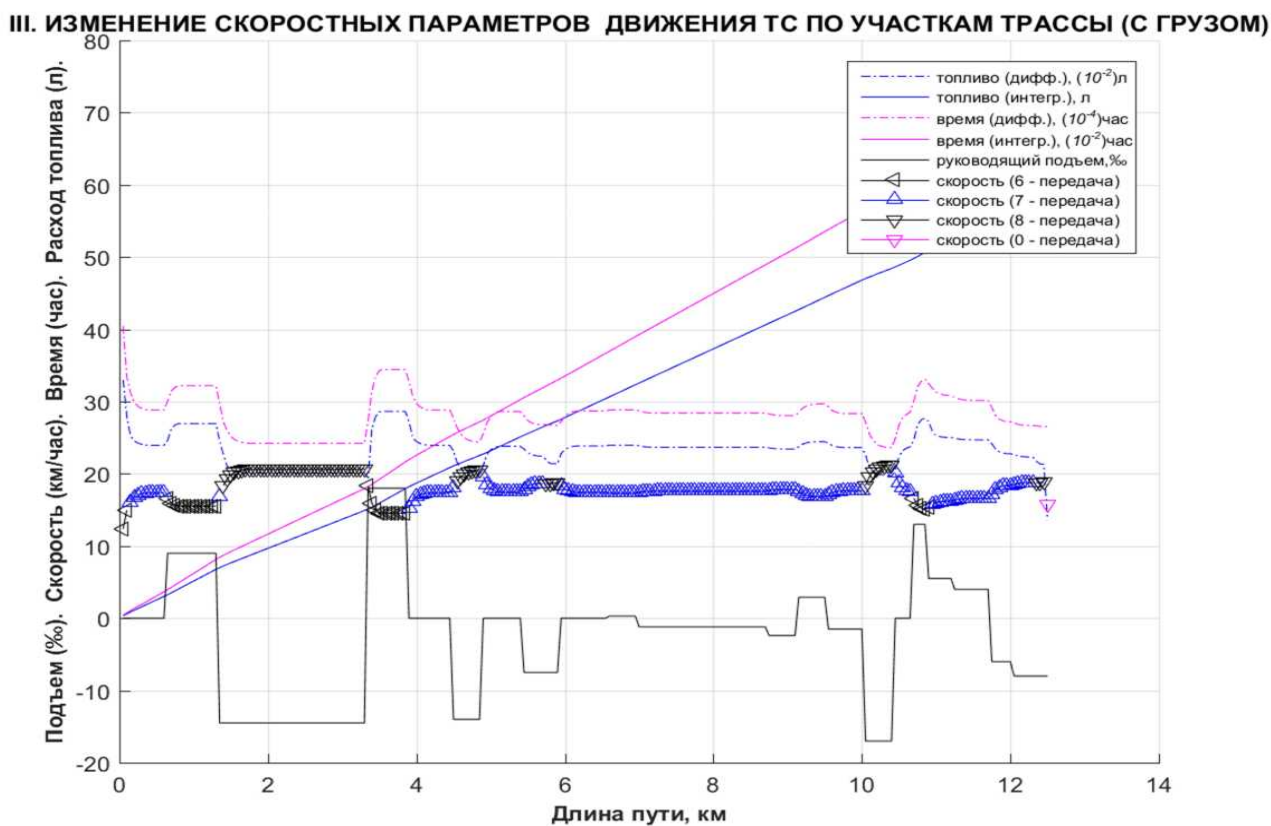


**Рис. 3.** Скриншот оптимального скоростного режима движения сортиментовоза MAN TGA 33.480, минимизирующий время движения в порожнем направлении



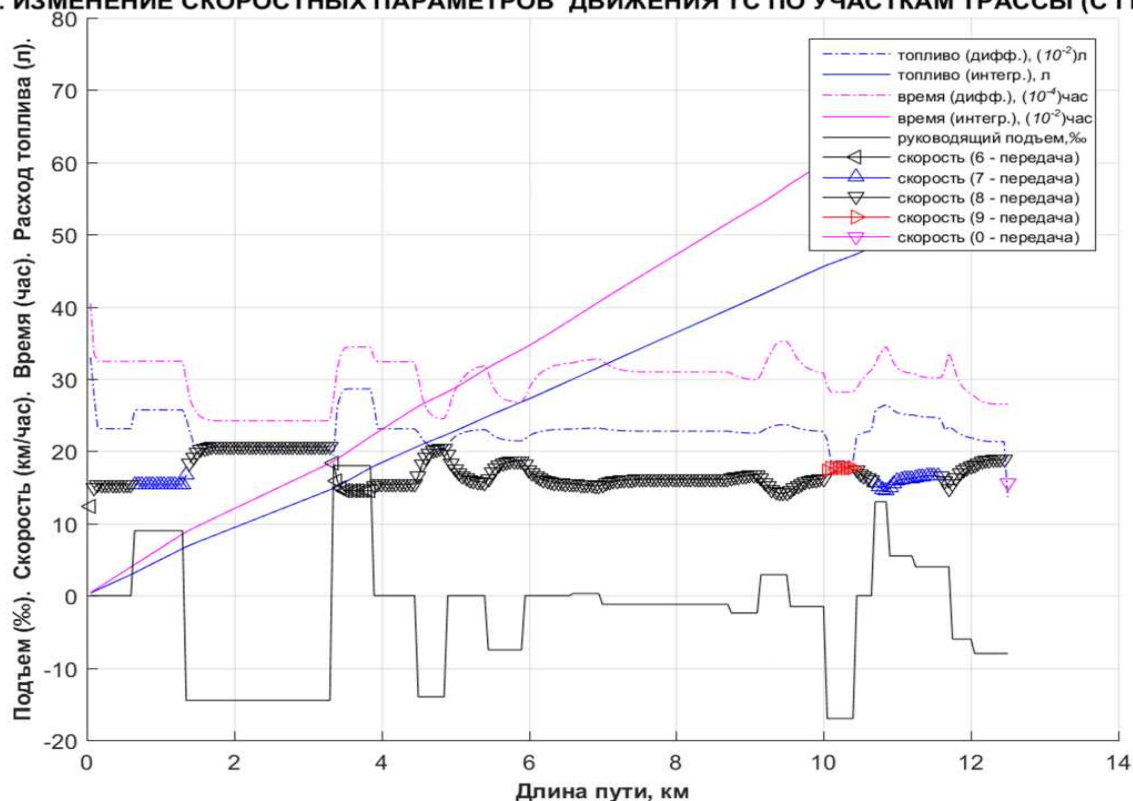


**Рис. 4.** Скриншот оптимального скоростного режима движения сортиментовоза MAN TGA 33.480, минимизирующий расход топлива в порожнем направлении



**Рис. 5.** Скриншот оптимального скоростного режима движения сортиментовоза MAN TGA 33.480, минимизирующий время движения в грузовом направлении

### III. ИЗМЕНЕНИЕ СКОРОСТНЫХ ПАРАМЕТРОВ ДВИЖЕНИЯ ТС ПО УЧАСТКАМ ТРАССЫ (С ГРУЗОМ)



**Рис.6.** Скриншот оптимального скоростного режима движения сортиментовоза MAN TGA 33.480, минимизирующий расход топлива в грузовом направлении

Для всех сортиментовозов, характеристика которых приведена на рис. 1, были рассчитаны оптимальные скоростные режимы вывозки древесины в порожнем и грузовом направлении с учетом критерия минимизации расхода топлива и минимизации времени движения ТС. Результаты оптимизации приведены на рис. 7, 8.

II. Результаты оптимизации вывозки древесины									
№№ п/п	Наименование транспортного средства	Критерий - минимизация топлива				Критерий - минимизация времени			
		л	л/куб.м*км	час	час/куб.м*км	л	л/куб.м*км	час	час/куб.м*км
1.	КАМАЗ 43118 (3078-46)	50.7	0.0624	1.2	0.00148	61.8	0.0761	0.84	0.00103
2.	КАМАЗ 65115-3094	61.8	0.0456	1.4	0.00103	66.5	0.049	1.3	0.000959
3.	КАМАЗ 53228	56.9	0.0505	1.2	0.00107	64.8	0.0576	0.92	0.000817
4.	МАЗ 6312А9-326-02	59.4	0.0528	1.4	0.00124	65.7	0.0584	0.98	0.000871
5.	МАЗ 6317х9-444	61	0.0533	1.1	0.00096	63.7	0.0556	0.94	0.000821
6.	Урал - 4320	41.7	0.0714	1.19	0.00204	41.8	0.0715	1.18	0.00202
7.	MAN TGA 33.480	81.2	0.0431	1.2	0.000636	86.8	0.046	1.1	0.000583
8.	Mercedes actros	72.3	0.0447	0.98	0.000605	74.4	0.046	0.94	0.000581
9.	Scania P440	67.8	0.0472	0.98	0.000682	68.86	0.0479	0.95	0.000661

**Рис. 7.** Скриншот результатов оптимизации вывозки древесины сортиментовозами по усу и ветке лесосеки № 233/12 кв. № 180 Верхне-Вашкинского участкового лесничества РК до примыкания к дороге общего пользования

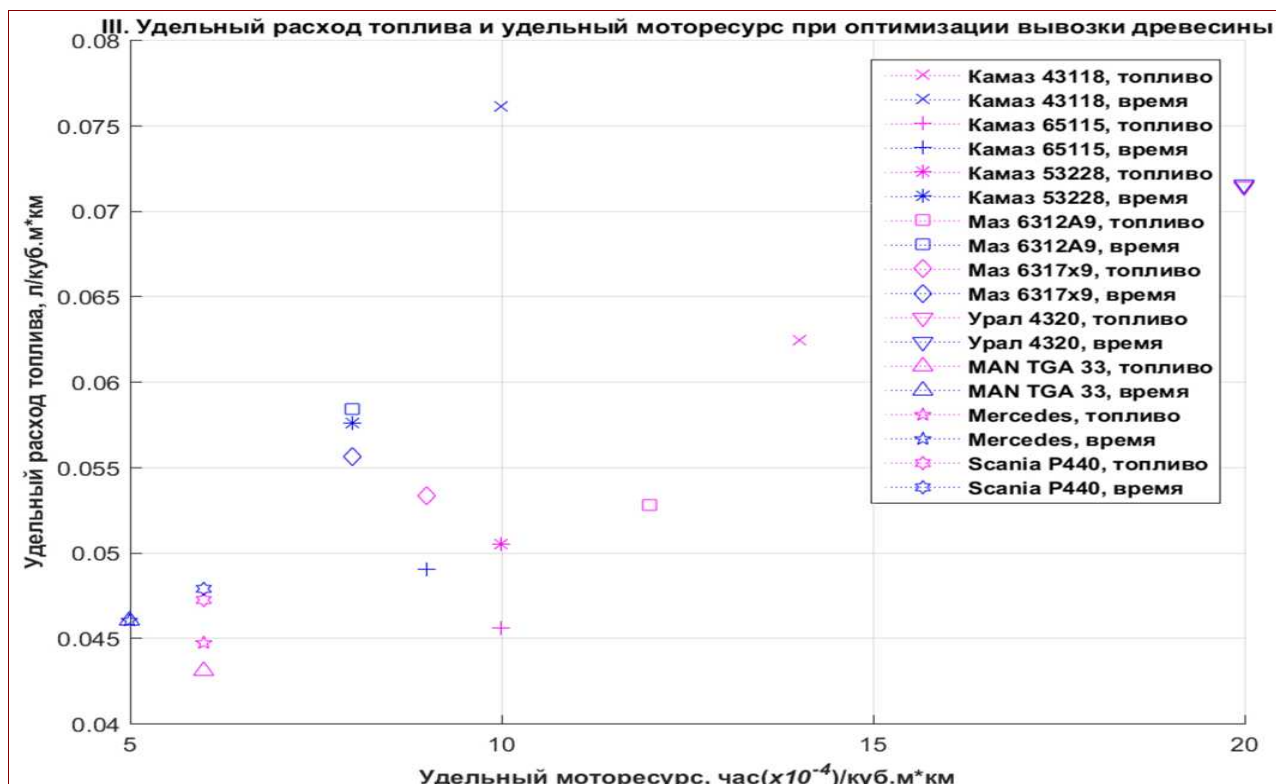


Рис. 8. Скриншот удельного расхода топлива и удельного моторесурса

В соответствие с предложенной процедурой рассчитываются удельные затраты топлива и моторесурса, а также их разности при использовании критериев минимизации расхода топлива и минимизации времени движения ТС. Определяется отношение вычисленных разностей и цена моторесурса, что позволяет при заданной цене топлива определить граничное значение величины тарифа оплаты труда водителя, задающее условие применения критерия оптимизации. Перечисленные результаты расчетов приведены на рис. 9.

IV. Определение областей допустимости критериев оптимизации

Критерий минимизации: 1) топлива (fuel); 2) времени (time). Цена топлива - 40.

№№ п/п	Наименование транспортного средства	Цена моточаса руб./час	Разность: топливо (time-fuel)	Разность: моторесурс (fuel-time)	Отношение: моторесурс/топливо	Граница (тариф водителя)	Область критерия- fuel	Область критерия- time
1.	КАМАЗ 43118 (3078-46)	28	0.0137	0.00045	0.0328	1190	$\leq 1190$	$\geq 1190$
2.	КАМАЗ 65115-3094	19.6	0.0034	7.1e-05	0.0209	1896	$\leq 1896$	$\geq 1896$
3.	КАМАЗ 53228	28	0.0071	0.000253	0.0356	1095	$\leq 1095$	$\geq 1095$
4.	МАЗ 6312А9-326-02	16	0.0056	0.000369	0.0659	591	$\leq 591$	$\geq 591$
5.	МАЗ 6317х9-444	20.3	0.0023	0.000139	0.0604	642	$\leq 642$	$\geq 642$
6.	Урал - 4320	7	0.0001	2e-05	0.2	193	$\leq 193$	$\geq 193$
7.	MAN TGA 33.480	26	0.0029	5.3e-05	0.0183	2163	$\leq 2163$	$\geq 2163$
8.	Mercedes actros	18	0.0013	2.4e-05	0.0185	2149	$\leq 2149$	$\geq 2149$
9.	Scania P440	20	0.0007	2.1e-05	0.03	1313	$\leq 1313$	$\geq 1313$

Рис. 9. Скриншот результатов определения областей допустимости критериев оптимизации при вывозке древесины с лесосеки № 233/12 кв. № 180 Верхне-Вашкинского участкового лесничества РК

Сравнивая принимаемую для расчета удельных затрат величину тарифа оплаты труда водителя с ее граничным значением, выбирается критерий оптимизации минимизирующий стоимость суммарных удельных затрат.

Очевидно, что суммарные удельные затраты вывозки древесины для всех ТС минимизируются при критерии минимизации расхода топлива, если из всех граничных значений тарифа оплаты труда водителя выбирается минимальное значение. И наоборот, суммарные удельные затраты вывозки древесины для всех ТС минимизируются при критерии минимизации времени движения, если из всех граничных значений тарифа оплаты труда водителя выбирается максимальное значение.

Данный факт подтверждается табличными и графическими результатами, приведенными на рис. 10—13.

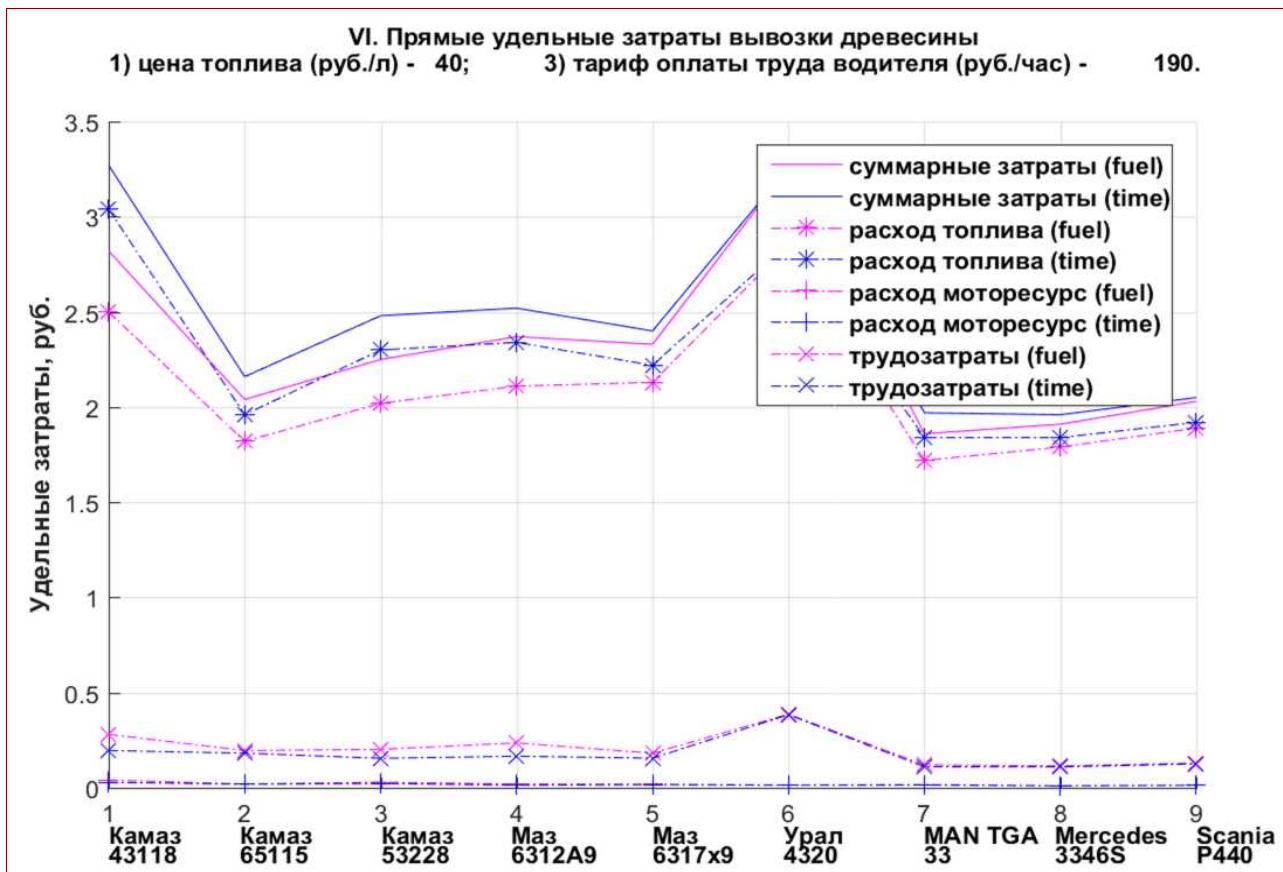
VI. Прямые удельные затраты вывозки древесины										
1) цена топлива (руб./л) - 40; 2) тариф оплаты труда водителя (руб./час) - 190.										
№№ п/п	Наименование транспортного средства	Ед. изм.	Критерий - минимизация топлива			Критерий - минимизация времени				
			топливо затраты	мото- ресурс	трудо- затраты	Сумма затрат	топливо затраты	мото- ресурс	трудо- затраты	Сумма затрат
1.	КАМАЗ 43118 (3078-46)	руб. %	2.5 89	0.041 1.5	0.281 10	2.82 100	3.04 93	0.029 1	0.196 7	3.27 100
2.	КАМАЗ 65115-3094	руб. %	1.82 89	0.02 0.98	0.196 9.6	2.04 100	1.96 91	0.019 0.93	0.182 8.9	2.16 100
3.	КАМАЗ 53228	руб. %	2.02 90	0.03 1.3	0.202 9	2.25 100	2.3 93	0.023 1	0.155 6.9	2.48 100
4.	МАЗ 6312А9-326-02	руб. %	2.11 89	0.02 0.84	0.236 10	2.37 100	2.34 93	0.014 0.59	0.166 7	2.52 100
5.	МАЗ 6317х9-444	руб. %	2.13 91	0.019 0.82	0.182 7.8	2.33 100	2.22 93	0.017 0.73	0.156 6.7	2.4 100
6.	Урал - 4320	руб. %	2.85 87	0.014 0.43	0.387 12	3.26 100	2.86 88	0.014 0.43	0.384 12	3.26 100
7.	MAN TGA 33.480	руб. %	1.72 92	0.017 0.91	0.121 6.5	1.86 100	1.84 93	0.015 0.81	0.111 6	1.97 100
8.	Mercedes actros	руб. %	1.79 94	0.011 0.58	0.115 6	1.91 100	1.84 94	0.01 0.52	0.11 5.8	1.96 100
9.	Scania P440	руб. %	1.89 93	0.014 0.69	0.13 6.4	2.03 100	1.92 94	0.013 0.64	0.126 6.2	2.05 100

**Рис. 10.** Скриншот табличных результатов определения удельных затрат при минимальном значении тарифа оплаты труда водителя

Таким образом, в данной статье предложена процедура выбора критерия оптимизации при вывозке древесины ТС с механической трансмиссией, реализованная в виде функционала программной среды «Клариго ЛЕС».

На примере вывозки древесины сортаментовозами по усу и ветке с лесосеки № 233/12 кв. № 180 Верхне-Вашкинского участкового лесничества РК до примыкания к дороге общего пользования продемонстрирована возможность применения предложенной процедуры для минимизации суммарных удельных затрат при вывозке древесины с лесопогрузочных пунктов лесосек лесозаготовительных предприятий.



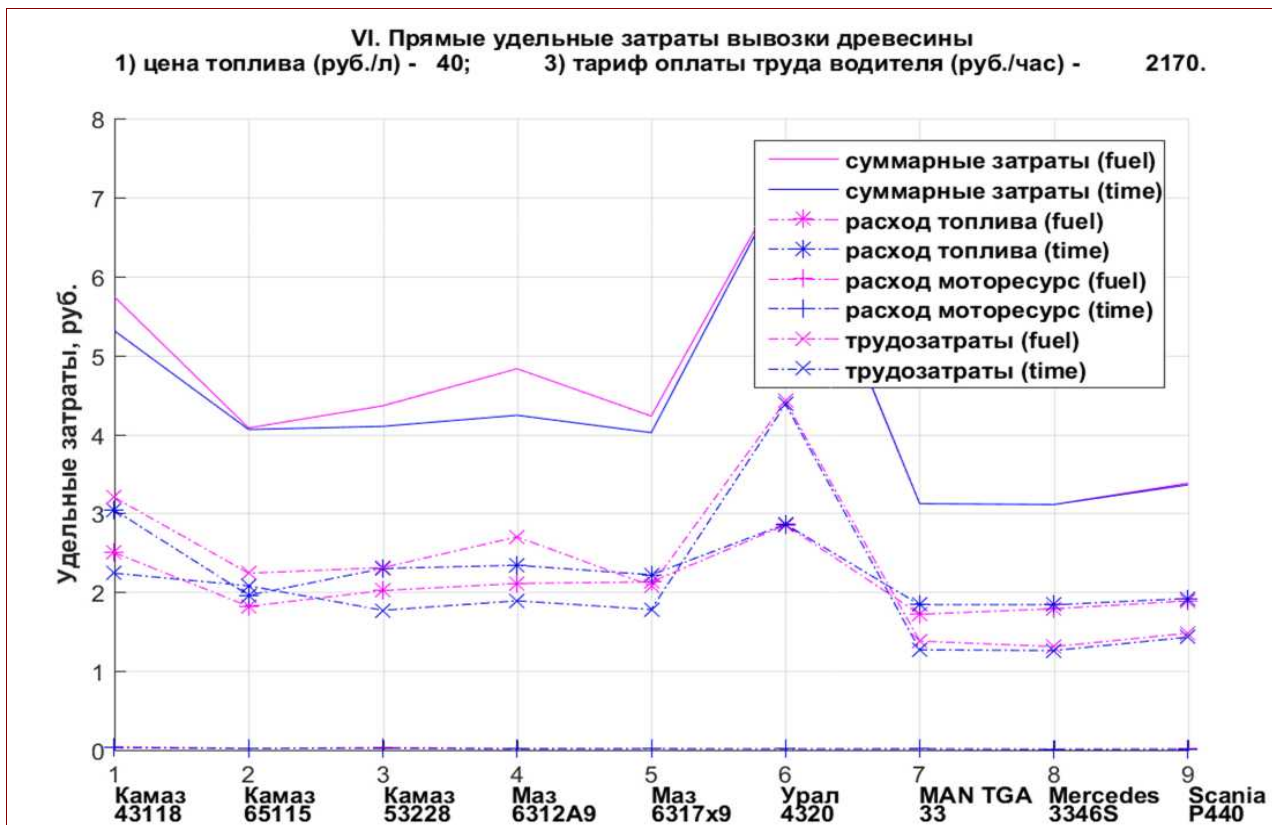


**Рис. 11.** Скриншот графических результатов определения удельных затрат при минимальном значении тарифа оплаты труда водителя

**VI. Прямые удельные затраты вывозки древесины**  
 1) цена топлива (руб./л) - 40;      2) тариф оплаты труда водителя (руб./час) - 2170.

№№ п/п	Наименование транспортного средства	Ед. изм.	Критерий - минимизация топлива				Критерий - минимизация времени			
			топливо затраты	мото-ресурс	трудо-затраты	Сумма затрат	топливо затраты	мото-ресурс	трудо-затраты	Сумма затрат
1.	КАМАЗ 43118 (3078-46)	руб.	2.5	0.041	3.2	5.74	3.04	0.029	2.24	5.31
		%	44	0.71	56	100	57	0.51	39	100
2.	КАМАЗ 65115-3094	руб.	1.82	0.02	2.24	4.08	1.96	0.019	2.08	4.06
		%	45	0.49	55	100	48	0.47	51	100
3.	КАМАЗ 53228	руб.	2.02	0.03	2.31	4.36	2.3	0.023	1.77	4.1
		%	46	0.69	53	100	56	0.53	41	100
4.	МАЗ 6312А9-326-02	руб.	2.11	0.02	2.7	4.83	2.34	0.014	1.89	4.24
		%	44	0.41	56	100	55	0.29	39	100
5.	МАЗ 6317х9-444	руб.	2.13	0.019	2.08	4.23	2.22	0.017	1.78	4.02
		%	50	0.45	49	100	55	0.4	42	100
6.	Урал - 4320	руб.	2.85	0.014	4.42	7.29	2.86	0.014	4.38	7.26
		%	39	0.19	61	100	39	0.19	60	100
7.	MAN TGA 33.480	руб.	1.72	0.017	1.38	3.12	1.84	0.015	1.27	3.12
		%	55	0.54	44	100	59	0.48	41	100
8.	Mercedes actros	руб.	1.79	0.011	1.31	3.11	1.84	0.01	1.26	3.11
		%	58	0.35	42	100	59	0.32	41	100
9.	Scania P440	руб.	1.89	0.014	1.48	3.38	1.92	0.013	1.43	3.36
		%	56	0.41	44	100	57	0.38	42	100

**Рис. 12.** Скриншот табличных результатов определения удельных затрат при максимальном значении тарифа оплаты труда водителя



**Рис. 13.** Скриншот графических результатов определения удельных затрат при минимальном значении тарифа оплаты труда водителя

#### Библиографический список

1. Евстафьев, Н. Г. Определения оптимального скоростного режима движения транспортных средств для нормирования расхода топлива [Электронный ресурс] / Н. Г. Евстафьев, В. В. Королев, А. В. Потапов // Научные чтения: матер. науч.-практ. конф. (Сыктывкар, 18—20 февр. 2015 г.). — Сыктывкар : СЛИ, 2015.

На основе анализа грузовых потоков, а также действующей и формирующейся транспортной сети севера России рассмотрены вопросы развития северных мультимодальных транспортно-логистических центров.

**Ключевые слова:** транспортная система, транзитный потенциал, мультимодальные перевозки, транспортный комплекс, логистические центры.

**Л. Э. Еремеева,**  
доцент  
(Сыктывкарский лесной институт)

## **РАЗВИТИЕ СЕВЕРНЫХ МУЛЬТИМОДАЛЬНЫХ ТРАНСПОРТНО-ЛОГИСТИЧЕСКИХ ЦЕНТРОВ**

Российская Федерация несет значительные потери от низкой конкурентоспособности транспортной системы. Основными проблемами реализации конкурентных преимуществ Российской Федерации на мировом рынке являются: недоиспользование транзитного потенциала; несоответствие транспортной инфраструктуры потребностям внешней торговли; низкая конкурентоспособность российских перевозчиков на мировом рынке.

В настоящее время транзит через территорию Российской Федерации составляет менее одного процента товарооборота между странами Европы и Азии, то есть используется только 5—7 % ее транзитного потенциала. Увеличение транзита требует качественно нового развития транспортных узлов, терминально-логистических комплексов и таможенных переходов. Для решения этих задач Российская Федерация имеет минимальный запас времени с учетом того, что иностранными государствами инициируется ряд крупных проектов, предусматривающих осуществление евроазиатских экономических связей в обход территории Российской Федерации. Реализация таких проектов может нанести ущерб экономике страны и ее политическим интересам.

Особую актуальность создание мультимодальных логистических центров (МТЛЦ) приобретает на современном этапе развития Европейского Севера России. В соответствии с реализацией Транспортной стратегии Российской Федерации до 2030 года предусматривается развитие опорной транспортной сети на принципах национальных транспортных коридоров, которые впоследствии стыкуются с международным транспортным комплексом (МТК) европейской и азиатской транспортных систем. Российская Федерация имеет значительный транзитный потенциал в глобальной системе, как благодаря выгодному географическому положению, так и развитию в последние годы железнодорожной транспортной сети, в частности коридор Запад-Восток (Транссибирская магистраль, БАМ, ответвления в сторону Казахстана и Китая) [1].

Развитие транспортного комплекса в Северо-Западном федеральном округе повлечет за собой увеличение спроса на транспортно-логистические услуги, что потребует соответствующего развития транспортной и терминально-

складской инфраструктуры. Основным принципом логистики является системный подход, реализация которого требует соответствующую методологию моделирования процессов принятия управленческих решений, которые могут быть реализованы в рамках создаваемых интеграционных логистических органов управления (мультимодальных логистических центров, логистических ассоциаций, региональных транспортных логистических систем, транспортно-логистических комплексов) [2].

К основным функциям ТЛК следует отнести: логистическую координацию и интеграцию; стратегический и оперативный контроллинг; саморазвитие на основе реинжиниринга; оптимизацию функционирования логистических транспортных цепей на основе терминальной технологии; осуществление введения инноваций, связанных с внедрением новых логистических технологий и обеспечивающих рациональное сочетание технического оснащения и информационной технологии для повышения качества и эффективности работ.

Транспортировка является функциональным сервисом деятельности хозяйствующих субъектов, региональных экономик и национальных экономических систем. Затраты времени на транспортировку материального потока из Европы в Юго-Восточную Азию вместо морского пути по существующим наземным магистралям с использованием мультимодальных логистических центров могут сократиться до двух раз, учитывая объемы транспортируемой продукции и отвлечение оборотного капитала в них можно прогнозировать существенное сокращение затрат на дистрибьюцию и, таким образом, повышение конкурентоспособности субъектов хозяйствования, участвующих в процессах производства, сбыта и переработки продукции.

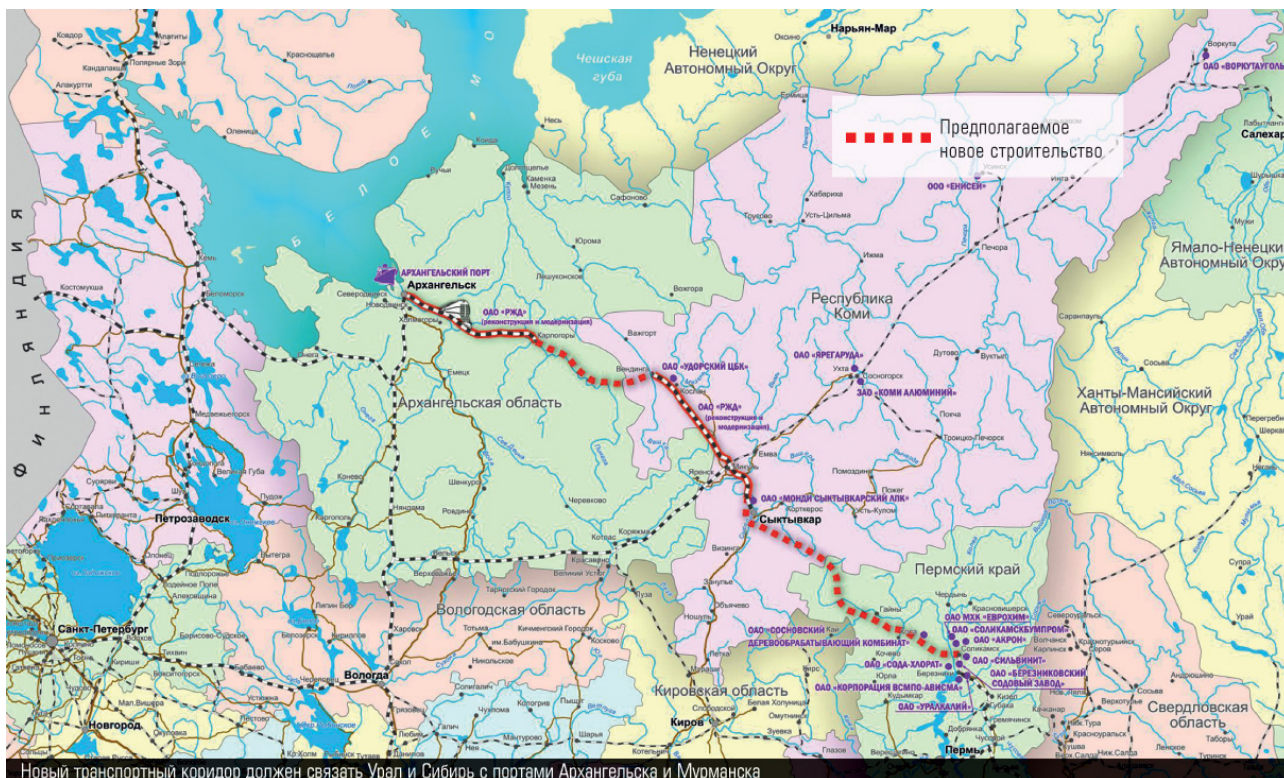
Перспективы развития Арктики и участия в нем Республики Коми оценил в своем докладе на V Северном Арктическом форуме Глава республики С. А. Гапликов. Из имеющихся сегодня в регионах Российской Федерации стратегий развития складывается уникальный проектный потенциал развития этой территории. Республика Коми входит в Арктику только одним небольшим территориальным подразделением — городским округом Воркута, но даже в этой части в республике сосредоточены колоссальные ресурсы для развития арктической территории. Это база, которая позволяет развивать металлургию, коксохимию, углехимию, энергетику и иные промышленные отрасли Российской Федерации. Успешная реализация приоритетных проектов в Арктической зоне России обеспечивает национальную безопасность, что невозможно без модернизации и развития транспортной системы. У Республики Коми уникальное транспортное положение — дислокация между регионами Арктической зоны, тем самым вовлечение в их транспортную логистику и обеспечиваемой основной сухопутный транзитный коридор. Одним из таких стратегически выгодных, опорных транспортно-логистических и промышленных узлов может стать Воркута. Строительство магистрали «Северный широтный ход», связывающей перспективные месторождения нефти и газа, хромовых и баритовых руд, которые находятся на территории Ямало-Ненецкого автономного округа, Республики Коми, а также Красноярского края. Выход к Северному морскому пути и арктическим шельфам, повысит уровень транспортной безопасности России [3].

В построение эффективной транспортной инфраструктуры войдет автомобильная дорожная сеть Сыктывкар — Нарьян-Мар с подъездом к г. Воркута, пос. Усть-Кара и г. Салехард; развитие морского порта Усть-Луга, формирование акватории его южной и северной частей, включая операционную акваторию контейнерного терминала, а также строительство специализированных причалов; реконструкция и строительство объектов инфраструктуры в морском порту Архангельск; строительство нового грузового района и реконструкция подходного канала в порту Архангельск; развитие Северного морского пути и инфраструктуры арктических портов; создание тыловой инфраструктуры портов, в том числе контейнерных терминалов, таможенных складов и логистических центров; проектирование и строительство технологических линий Сыктывкар — Пермь (Соликамск), Вендинга — Карпогоры, Сосногорск — Индига, Воркута — Усть-Кара.

Следует обратить внимание на введение в ближайшие годы в действие магистрали Белкомур (рисунок), которая частично проходит и по территории Республики Коми. Развитие транспортной сети Северных территорий обеспечивает единство социально-экономического пространства страны, повышение эффективности использования природных ресурсов, расширение предпринимательства и международного сотрудничества, а также межрегиональные и международные связи.

Строительство и реконструкция участков автомобильной дороги Сыктывкар — Ухта — Печора — Усинск — Нарьян-Мар с подъездами к Воркуте и Салехарду и автомобильной дороги Пермь — Кудымкар — Сыктывкар — Архангельск с применением механизмов государственно-частного партнерства обеспечит развитие нефтегазового и горнодобывающего комплексов в северных районах Республики Коми, Ненецком автономном округе, на шельфе Баренцева моря, а также будет востребовано для строительства магистральных газопроводов в Тимано-Печорской нефтегазоносной провинции и на Ямальском газовом месторождении. Реализация проекта «Белкомур» позволит перераспределить основные маршруты поставки российских углеводородов на мировые рынки, реструктурировать и увеличить объемы грузоперевозок по Северному морскому пути, обеспечив четверть его прогнозируемого грузопотока. В частности, анализ перспективных грузопотоков Республики Коми, передаваемых в транспортную сеть через Белкомур (от реализации инвестиционных проектов «Разработка Усинского месторождения № 1 ОАО «Воркутауголь»; освоение шахтного поля № 3 Усинского угольного месторождения ООО «ГОК «Усинский-3»; освоение Вехнесырьягинского месторождения участок «Промежуточный» ООО «Воркутинская энергетическая компания»; промышленное освоение Сейдинского месторождения энергетических углей; создание предприятия по производству баритовых концентратов на базе Хойлинского месторождения баритов в Воркутинском районе), прогнозирует прирост в северном направлении на Архангельский мультимодальный логистический центр. Синхронизация транспортных проектов Республики Коми, которые связаны с проектами развития Мурманского транспортного узла, порта Сабетта на Ямале и развития Архангельского морского порта, имеет очень важные перспективы [4].





### Проект нового транспортного коридора «Белкомур»

Формирование интегрированной транспортно-логистической системы северных территорий даст следующие преимущества:

1. Обеспечение транспортной доступности к месторождениям полезных ископаемых и лесным ресурсам Республики Коми.
2. Развитие транспортно-логистической инфраструктуры в зоне Белкомур и формирование Северо-Западной интегрированной производственно-транспортной зоны.
3. Создание инфраструктуры для наращивания промышленного потенциала с рассредоточением его по территории Республики Коми.
4. Развитие производственной и транспортно-логистической кооперации с соседними регионами.
5. Повышение инвестиционной, социальной и туристической привлекательности Республики Коми.
6. Повышение эффективности Транссибирской магистрали.
7. Повышение национальной безопасности РФ.

Создание МТЛЦ является одним из направлений повышения эффективности функционирования транспортной сети, за счет развития контейнерных и контрейлерных перевозок в интер- и мультимодальном сообщении, позволит получить мультипликативный эффект сокращения логистических издержек. Формирование транспортно-логистических центров возможно с применением механизмов государственно-частного партнерства, что позволит реализовать технические и технологические преимущества всех участников транспортного процесса, а также максимизировать прибыль каждого участника процесса товародвижения.

### Библиографический список

1. Транспортная стратегия РФ до 2030 года : распоряжение Правительства РФ от 22.11.2008 № 1734-р (ред. от 11.06.2014) «О Транспортной стратегии Российской Федерации».
2. Прокофьева, Т. А. Логистика транспортно-распределительных систем: региональный аспект [Текст] / Т. А. Прокофьева, О. М. Лопаткин ; под общ. ред. Т. А. Прокофьевой. — Москва : РКонсульт, 2003. — 400 с.
3. Стратегия социально-экономического развития Северо-Западного федерального округа на период до 2020 года : распоряжение Правительства РФ от 18 ноября 2011 г. № 2074-р.
4. Гапликов С. А., Северный Арктический форум [Электронный ресурс] : доклад «Для полноценного развития Арктики нужен фонд развития ее моногородов». — Режим доступа: <http://www.bnkomi.ru/data/news/44924/> / 08.12.2015 (дата обращения 16.01.2017 г.).
5. Инновационно-технологическое развитие регионов России [Текст] : монография / А. С. Дегтярь, Л. Э. Еремеева, Л. А. Журба [и др.] ; под ред. А. Н. Сорокина. — Новосибирск : СибАК, 2014. — 128 с.

Рассмотрено применение мобильной техники для осуществления лесохозяйственных работ в условиях Республики Коми, которая в первую очередь определяется с учетом вида работ, технических характеристик, запаса древесины и преобладающих пород.

**Ключевые слова:** рубки ухода, лесохозяйственные работы, запас древесины, малые универсальные трактора, квадроциклы, гидроманипуляторы, снегоболотоход.

**В. Ф. Свойкин,**  
кандидат технических наук, доцент;  
**А. А. Молчанова,**  
ведущий инженер кафедры ТТМиО  
(Сыктывкарский лесной институт)

## ПРИМЕНЕНИЕ МОБИЛЬНОЙ ТЕХНИКИ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ЛЕСОХОЗЯЙСТВЕННЫХ РАБОТ

В условиях Республики Коми применение мобильной техники для лесохозяйственных работ в первую очередь определяется с учетом вида работ, технических характеристик [1, 2], запаса древесины и преобладающих пород [3].

При проведении первых приемов рубок ухода, удалении семенников в лесах естественного возобновления, санитарных рубках и разработке буреломов наряду с традиционным средством трелевки применяют малые универсальные трактора.

Малые универсальные трактора типа «Железный конь» и машина ОХ14 будут востребованы в Койгородском районе с запасом древесины 130,7 млн м<sup>3</sup>, где преобладающие породы — ель (63 %) и сосна (20 %) и Прилузском районе с запасом древесины 181,6 млн м<sup>3</sup>, с преобладанием породы — ель (35 %) и береза (29 %).

Техническими преимуществами малых универсальных тракторов являются малая эксплуатационная масса 300—500 кг (без прицепа) и габариты, рейсовая нагрузка 1,0—1,5 т, мощность одно- или двухцилиндровых бензиновых четырехтактных двигателей 3,7—12,0 кВт. Движением малых универсальных тракторов управляет идущий впереди рабочий. Удобная конструкция техники обеспечивает доступ рабочего к любому лесному участку и дереву. При работе в биотопах и торфяниках малые универсальные трактора работают без каких-либо повреждений. Высокое качество работы также находит свое отражение в экстремальной маневренности и огромных функциональных возможностях гусеничной минимашин.

Для доставки рабочих в лес (таксаторов, сборщиков живицы и пр.) рекомендуется использовать квадроциклы. Данный вид транспорта наиболее целесообразно использовать в районах с большим запасом древесины. Так, в Усть-Куломском районе, где запас древесины 321 млн м<sup>3</sup>, а преобладающие породы — ель (48 %) и сосна (28 %), имеется возможность проведения множества лесохозяйственных работ. Поэтому в качестве доступного транспортного сред-



ства рекомендуются квадроциклы РМ 800 и РМ-6502, преимуществом которых являются безопасность и высокая проходимость по бездорожью. Это достигается техническими параметрами колесной формулой  $4 \times 4$  и нагрузкой на задний багажник 80 кг.

В лесных хозяйствах используют квадроциклы в сцепке с лесовозными тележками и гидроманипуляторами (типа трейлера Country T15 с манипулятором Country 330 в сцепке с квадроциклом M1NSK KD-625). Применение данной техники рекомендуется в таких районах Республики Коми, как Сыктывдинский район с запасом древесины — 69,3 млн м<sup>3</sup>, преобладающие породы — ель (48 %) и сосна (7 %) и Сысольский район с запасом древесины — 89,9 млн м<sup>3</sup>, преобладающие породы — ель (39 %) и сосна (29 %). Наиболее эффективно использовать для вывозки древесины на песчаных грунтах. Грузоподъемность лесовозной тележки 1500 кг.

Альтернативой квадроциклам выступают трактора в сцепке с лесовозными тележками и гидроманипуляторами (типа лесовозной тележки T50 с гидроманипулятором Country 480), которые также могут применяться в Сыктывдинском и Сысольском районах Республики Коми. Преимуществом данной модели является наличие облегченной лесовозной тележки с гидроманипулятором для проведения работ по загрузке-разгрузке лесоматериалов (до 3 т) в сцепке с трактором Беларусь МТЗ-80. А для увеличения радиуса работы до 4,7 м гидроманипулятор Country 480 оборудован дополнительной телескопической стрелой. Грузоподъемность лесовозной тележки 3000 кг.

Сложные природно-климатические условия Республики Коми требуют особого подхода при выборе лесной техники. Для лесохозяйственных работ в условиях Севера необходимо такое транспортное средство, которое способно работать в экстремальных условиях. К такой технике относятся гусеничный плавающий вездеход Четра ТМ-130 и снегоболотоход ХРЕН. Представленные виды машин применимы ко всем районам Республики Коми.

Преимуществом гусеничного плавающего вездехода Четра ТМ-130 является высокая проходимость и простота эксплуатации, при этом дорожный просвет 450 мм. Кроме того, летом вездеход применим как ремонтная мастерская, а зимой может быть использован для перевозки грузов и людей.

Снегоболотоход ХРЕН может доставлять людей и грузы в самые труднодоступные места, чем существенно отличается от других внедорожников на шинах низкого и сверхнизкого давления, при этом дорожный просвет 600 мм.

Данный вид техники комплектуется в Республике Коми (г. Усинск) на предприятии ООО «РЕНТ». Производственная мощность предприятия ООО «РЕНТ» составляет до 20 машин в год. Стоимость снегоболотоходов ХРЕН 3010 — 5 млн руб., ХРЕН 4120 (четырёхколесный, бензиновый) — 2 млн руб., ХРЕН 2020 (четырёхколесный, дизельный) — 2,5 млн руб.

Основные технические характеристики техники для осуществления лесохозяйственных работ от вида работ на территории Республики Коми приведены в таблице.

**Основные технические характеристики техники для осуществления лесохозяйственных работ от вида работ на территории Республики Коми**

№ п/п	Вид работ	Вид техники	Основные технические характеристики техники
1.	Для проведения первых приемов рубок ухода, санитарных рубках и разработке буреломов	Малая универсальная машина ОХ14	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Двигатель: Briggs &amp; Stratton 14HP/2-цилиндровым/4-тактный/Бензин</li> <li>2. Прицепные емкость: 1000 кп (эквивалент 1 т силы)</li> <li>3. Рабочая скорость: 6 км/ч</li> <li>4. Гидравлическое давление: 140 бар</li> <li>5. Подача насоса: 36 л/м</li> <li>6. Бензин: бак 6 л</li> <li>7. Расход топлива составляет около 1,5 л на 1 рабоч. ч</li> <li>8. Длина: 170 см; ширина: 115 см; ширина колеи: 40 см</li> </ol>
2.	Для доставки рабочих в лес (таксаторов, сборщиков живицы и пр.)	Квадроцикл РМ 800	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Тип двигателя — четырехтактный</li> <li>2. Рабочий объем, см<sup>3</sup> — 800</li> <li>3. Топливо — бензин с октановым числом не менее 92</li> <li>4. Объем топливного бака, л — 24,5</li> <li>5. Скорость, км/ч — 100</li> <li>6. Трансмиссия — механическая с вариатором</li> <li>7. Колесная формула/ведущие колеса — 4 × 4</li> <li>8. Макс. нагрузка на передний багажник, кг — 40</li> <li>9. Макс. нагрузка на задний багажник, кг — 80</li> <li>10. Макс. масса буксируемого груза, кг — 250</li> </ol>
		Квадроцикл РМ 650-2	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Тип двигателя — четырехтактный</li> <li>2. Рабочий объем, см<sup>3</sup> — 622</li> <li>3. Топливо — бензин с октановым числом не менее 92</li> <li>4. Объем топливного бака, л — 24</li> <li>5. Скорость, км/ч — 85</li> <li>6. Трансмиссия — механическая с вариатором</li> <li>7. Колесная формула/ведущие колеса — 4х4</li> <li>8. Макс. нагрузка на передний багажник, кг — 40</li> <li>9. Макс. нагрузка на задний багажник, кг — 80</li> <li>10. Макс. масса буксируемого груза, кг — 250</li> </ol>
3.	Для доставки рабочих в лес в экстремальных условиях	Гусеничный плавающий вездеход ЧЕТРА ТМ130	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Двигатель — ЯМЗ-236Б-2 с газотурбинным наддувом</li> <li>2. Мощность, кВт (л. с.) — 184 (250)</li> <li>3. Эксплуатационная масса, кг — 11000 + 2 %</li> <li>4. Грузоподъемность на плаву, кг — 3000</li> <li>5. Вместимость кабины, чел. — 7</li> <li>6. Среднее удельное давление на грунт, кгс/см<sup>2</sup> — 0,22</li> <li>7. Дорожный просвет, мм — 450</li> <li>8. Максимальная скорость движения, км/ч: по шоссе — 50; на плаву — 4—5</li> </ol>
		Снегоболотоход ХРЕН	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Двигатель — дизельный четырехцилиндровый с наддувом от Nissan либо Hyundai, мощностью 73,5 кВт.</li> <li>2. Колесная формула: 8 × 8.</li> <li>3. Габариты машины (6400 × 2750) мм))</li> <li>4. Дорожный просвет в 600 мм</li> <li>5. Движение по шоссе — 60 км/ч</li> <li>6. Грузоподъемность — 1,5 т при собственной массе в 3 т</li> <li>7. Движение по воде со скоростью не менее 4 км/ч</li> </ol>

№ п/п	Вид работ	Вид техники	Основные технические характеристики техники
4.	Для поддержания лесных угодий по очистке леса, санитарной рубке и вывозки древесины	Манипулятор 330, лесовозная тележка Т15 и квадроцикл MINSK KD-625	1. Грузоподъемность манипулятора на максимальном вылете стрела, кг — 310 2. Максимальный вылет стрелы, м — 3,3 3. Грузоподъемность лесовозной тележки, кг — 1500 4. Общий вес, кг — 330
		Манипулятор 470, лесовозная тележка Т30 и трактор Беларусь МТЗ-80	1. Грузоподъемность манипулятора на максимальном вылете стрела, кг — 370 2. Максимальный вылет стрелы, м — 4,7 3. Грузоподъемность лесовозной тележки, кг — 3000 4. Общий вес, кг — 674

Таким образом, возможность использования мобильной техники для осуществления лесохозяйственных работ на территории Республики Коми зависит от ряда факторов: вида работ, технических характеристик техники, природно-климатических, технологических и типа лесорастительных условий (древостоя, породного состава древесины, почвогрунтов и пр.). Кроме того, следует отметить, что использовать лесную технику целесообразно в многолесных районах Республики Коми: Койгородский, Прилузский, Сыктывдинский, Сысольский и Усть-Куломский районы.

#### Библиографический список

1. Мясичев, Д. Г. Особенности малой механизации лесозаготовок за рубежом [Текст] / Д. Г. Мясичев // ИВУЗ, Лесной журнал. — 2005. — № 6. — С. 63—68.
2. Анисимов, Г. М. Новые концепции теории лесосечных машин [Текст] / Г. М. Анисимов, Б. М. Большаков. — Санкт-Петербург : РИО ЛТА, 1998. — 116 с.
3. Лесное хозяйство и лесные ресурсы Республики Коми [Текст] : монография / под ред. Г. М. Козубова, А. И. Таскаевой. — Москва : Дизайн. Информация. Картография, 2000. — 512 с.

Опыт создания рациональных трасс волоков, по которым будет достигаться максимальная эксплуатационная эффективность работы тракторов при трелевке.

**Ключевые слова:** трасса волока, коэффициент сопротивления качению, деформации почвогрунта.

**Е. Н. Сивков,**  
кандидат технических наук, доцент  
(Сыктывкарский лесной институт)

## **АНАЛИЗ МЕТОДОЛОГИИ ВЫБОРА ТРЕЛЕВОЧНЫХ ВОЛОКОВ ЛЕСОСЕКИ**

В современном представлении под методологией понимается научно обоснованная структура, логическая организация, методы и средства выполнения всего комплекса работ [1]. В лесоводственных требованиях к технологическим процессам сплошных рубок в лесах Республики Карелия при использовании многооперационных машин, утвержденных в конце прошлого столетия, отмечается, что технологический процесс лесозаготовительного производства включает три взаимосвязанных и взаимозависимых элемента — технику, технологию и организацию, в связи, с чем и лесоводственные требования представлены по такой структуре. Размер современной лесосеки может достигать 200 га (1000 × 2000 м). Расстояние между пасечными волоками (ширина пасек) должна быть не менее 1,5 высоты древостоя, как при рубках главного, так и промежуточного пользования. Ширина магистральных волоков на прямолинейных участках трассы не должна превышать 5 м, а пасечных волоков — 4 м с учетом уборки отдельных деревьев. В технологической карте освоения лесосеки указывается техника и технология рубок, нормативы по сохранению среды, технико-экономические нормативы и т. д. В каждом лесничестве в древостоях наиболее распространенных типов леса закладываются пробные площадки в размере 3 % от площади лесосеки. Закладка пробных площадок должна быть не менее пяти процентов по площади или диагонали. Естественно эти пробные площадки отражают и особенности опорной поверхности движения лесосечных машин. На лесосеке размером 200 га ликвидный запас древесины может составлять до 60000 м<sup>3</sup>. При средней рейсовой нагрузке трактора ТКЛ-4-01 в 6 м<sup>3</sup> необходимо выполнить около 10000 рейсов. Кроме этого, бывший Минлеспром СССР в конце прошлого столетия начал внедрять в лесозаготовительных предприятиях и прямую вывозку древесины колесными тракторами на расстоянии 1,5—2,0 км и более [2]. Следовательно, важно иметь методику, применение которой повысит эксплуатационную эффективность работы трелевочных тракторов. На лесосеке указанной выше площади можно, в зависимости от технологии работ, наметить несколько сотен трасс волоков, а наиболее рациональных, при трелевке по которым будет достигаться максимальная эксплуатационная эффективность работы тракторов, значительно меньше, всего может быть около

150. Для разработки такой методологии только технологической карты лесосеки недостаточно.

Организация лесосечных работ на лесозаготовительных предприятиях Российской Федерации отстает от современных достижений, применяемых в смежных отраслях на основе современных методов и измерительных средств. За последние десятилетия резко возрос уровень механизации труда и операций, некоторые из них достигли 100 %, а вот прогресса в организации лесосечных работ на научной основе практически не наблюдаются. Схема транспортного освоения лесосеки, включая трассирование трелевочных волоков, проводится интуитивно. Аналогичная ситуация наблюдается и в использовании лесохозяйственных машин и тракторных агрегатов.

В учебном пособии по выполнению научных исследований магистерских и аспирантских диссертаций Г. М. Анисимов [3] доказал, что без научного, а главное, современного приборного обеспечения выбора оптимальных трасс движения машин по лесосеке, достигнуть эффективности их использования невозможно. В современном мире для определения маршрута движения мобильных систем используют навигацию. В энциклопедическом представлении навигация — наука о способах и методах вождения судов, летательных аппаратов и т. д. Задача навигации — нахождение оптимального маршрута (траектории), определение местоположения и значения скорости и других параметров движения объекта [4]. Предлагается создавать карты лесосек, аналогичных навигационным, в которых должны отражаться почвенно-грунтовые, рельефные и другие свойства опорной поверхности, определяющие режимы работы машины.

Традиционно, в первых изданиях учебников по тяговым машинам [5] и позднее [6] тяговый баланс лесотранспортных машин, движущихся равномерно, со скоростью менее 25 км/ч, записывается так:

$$P_k = P_f \pm P_i + P_{кр}, \quad (1)$$

где  $P_k$  — касательная сила тяги;  $P_f$  — сила сопротивления качению;  $P_i$  — сила сопротивления подъему;  $P_{кр}$  — крюковая сила тяги.

$$P_f = f \cdot G, \quad (2)$$

где  $f$  — коэффициент сопротивления качению;  $G$  — вес машины, включая приходящуюся на нее полезную нагрузку.

Модели (1) и (2) приняты из теории автомобилей общего назначения, в движении которых доминирует прямолинейное и с нашей точки зрения некорректны для трелевочных машин. При трелевке пачки древесины трелевочный трактор может до 70 % времени движения находиться в режиме поворота с разными радиусами кривизны [2], при этом на его движение оказывает воздействие и сопротивление от поворота. Это сопротивление может значительно превосходить  $P_f$ , но в формулах тягового баланса не учитывается. Это серьезное упущение в теории движения трелевочных тракторов и систем.

Для решения поставленной задачи в данной работе предлагается ввести коэффициент сопротивления движению  $f_d$ :

$$f_d = f + f_n + f_c, \quad (3)$$

где  $f_n$  — коэффициент сопротивления повороту;  $f_c$  — коэффициент сопротивления скольжению древесины по почво-грунту лесосеки.

Значение коэффициента сопротивления качению  $f$  и силы сопротивления от поворота могут быть измерены, зарегистрированы и математически обработаны аппаратурой мобильного измерительного комплекса. Коэффициент скольжения древесины по почво-грунту лесосеки для полностью погруженного состояния древесины не учитывается. Тогда коэффициент сопротивления дороги (волока)  $\psi$  можно записать:

$$\psi = f_d \pm i, \quad (4)$$

где  $i$  — подъем, %.

При исследовании рабочих режимов и эксплуатационной эффективности трелевочных тракторов обычно проводятся исследовательские испытания с измерением касательной силы тяги и других процессов и показателей, по которым определяются коэффициент  $f_d$  и др. Заводы лесного тракторостроения имеют испытательные станции с лесными волоками — полигонами с типичными почвенно-грунтовыми рельефными свойствами для конкретного режима. Исследовательские испытания тракторов на полигоне — волоке позволяют исследовать составляющие коэффициента  $f_d$  и влияние на его значение пачки древесины, скорости движения трактора и т. д.

В монографиях [2, 7] приведены значения коэффициентов  $f_d$  и полученные по результатам исследовательских испытаний различных трелевочных тракторов в течение нескольких десятилетий в производственных и полигонных условиях. Эти данные позволяют прогнозировать с определенной относительной погрешностью значения коэффициентов для практической работы. Так, например, увеличение массы гусеничного трелевочного трактора путем укладки бетонных блоков на щит позволило установить, что увеличение массы трактора с 9000 кт до 12000 кт в полигонных условиях практически не приводило к увеличению коэффициента  $f_d$ , а при изменении до 15500 кт — он увеличивался на 3,1 %. Увеличение скорости движения гусеничного трактора с 2,5 до 9,5 км/ч привело к увеличению коэффициента  $f_d$  только на 2—4 %. Значение коэффициента  $f_d$  при грузовом ходе может быть как больше, чем при холостом ходе, так и меньше. Чем выше энергонасыщенность трелевочного трактора, тем меньше влияет рейсовая нагрузка на значение  $f_d$  [2]. Это видимо объясняется тем, что часть пачки древесины, размещенная на машине, увеличивает ее вес на 15—17 %. Значения коэффициента сопротивления скольжению  $f_c$  для различных почвенно-грунтовых условий приведены с монографии [7]. Следует отметить, что погрешность в выборе значения  $f_c$  слабо влияет на значение  $f_d$ . Для подавляющего большинства лесопромышленных регионов можно принять  $f_c = 0,40 \pm 0,05$ . Принимая верхний или нижний предел  $f_c$  коэффициент  $f_d$  для трактора ТКЛ-4-01 будет изменяться на  $\pm 1,1$  %.

При разработке методологии учитывается ряд особенностей функционирования трелевочного трактора и его динамические свойства. Специфика возмуще-

ния колебаний крутящего момента в трансмиссии трелевочного трактора микронеровностями волокна, изменениями физико-механических свойств почвогрунта, единичными препятствиями — может создать некоторую нестационарность в установленном режиме. Следует отметить, что в реальных процессах, протекающих в мобильных механических системах, всегда имеют место некоторые нестационарности. Вентцель Е. С. [8] считает, что если случайный процесс нестационарен только за счет переменного математического ожидания это не мешает изучать его как стационарный процесс. Система «двигатель — гидромеханическая трансмиссия — движитель» имеет нелинейный элемент — гидромуфту. Исследователи различных тракторов на динамических схемах эти нелинейности имитируются муфтой. Участок системы от ведущего колеса до турбинного колеса моделируется как линейная система. Следует отметить, что система «двигатель — трансмиссия — движитель», строго говоря, имеет существенную нелинейность — двигатель, но исследователи при составлении динамических схем на основе частотного анализа «вырезают» эти нелинейности из схемы [2]. Линейные системы обладают свойством суперпозиции, заключающемся в том, что реакция системы на сумму нескольких воздействий равна сумме реакций на каждое отдельное воздействие [8]. Для определения режимов работы трактора необходимо измерять, регистрировать и прогнозировать ряд показателей и процессов. Коэффициент сопротивления движению машины или трелевочной системы формируется от деформации почвогрунта и шины, микронеровностей поверхности и дополнительного сопротивления на движитель при повороте. Результаты длительных исследовательских испытаний лесопромышленных тракторов обобщенные в монографиях [2, 7] показывают, что распределение коэффициента сопротивления качению подчиняется нормальному закону и это естественно. Все факторы, влияющие на эти коэффициенты сопротивления можно представить как сумму сравнительно малых слагаемых, каждый из которых вызывается действием отдельных причин. В теории вероятности [8] доказано, что каким бы законом распределения не подчинялись отдельные элементарные составляющие, особенности этих факторов или сопротивлений в сумме большого числа слагаемых нивелируются и сумма оказывается подчиненной нормальному или близко к нормальному закону распределения [8].

Достоверность результатов экспериментальных исследований, их прогнозирование, составление аналогий и т.д. во многом определяется точностью или погрешностью измерений [5]. При исследовательских испытаниях лесосечных машин с применением современных измерительных приборов, таких как авиационный светолучевой осциллограф, тензоусилитель, линейный вращающийся трансформатор допускается максимальная суммарная относительная погрешность измерений до 7—8 %. В научных исследованиях функционирования лесосечных машин в лесозаготовительном производстве с применением простых измерительных средств допускается максимальная суммарная относительная погрешность измерения до 15 % [9]. Для получения информации о свойствах трасс трелевочных волоков, воздействующих на рабочие режимы и эксплуатационную эффективность трелевочного трактора, электроизмерительное оборудо-

дование и бортовой компьютер мобильного измерительного комплекса должны измерять, регистрировать и математически обрабатывать следующие процессы:

- крутящий момент, приходящий на ведущие колеса машины;
- частоты вращения коленчатого вала двигателя и турбинного колеса гидротрансформатора;
- радиуса поворота трассы волоков и показатели поворота трелевочного трактора;
- потери от буксования;
- другие данные.

Мобильный измерительный комплекс с измерением и регистрацией процессов и показателей проходит по всем возможным трассам лесосеки, а бортовой компьютер определяет наиболее рациональные трассы, трелевка древесины по которым позволит получить максимальную эксплуатационную эффективность работы трелевочного трактора. Если технология лесозаготовок и состояние лесосеки не позволяет пройти мобильному измерительному комплексу, то целесообразно лесосеку разрабатывать постепенно, разделив ее на части, для каждой из которых закладывается пробная площадь с характерными почвенно-грунтовыми и рельефными свойствами. Мобильный измерительный комплекс измеряет и регистрирует процессы необходимого числа трасс с определением показателей, характеризующих эксплуатационную эффективность работы трелевочного трактора. Макетный образец электроизмерительного комплекса с бортовым компьютером разработан, и длительное время применялся при исследовательских испытаниях колесных трелевочных тракторов ОТЗ [7].

Предложенная методика является базисом для развития теории эксплуатационной эффективности трелевочных тракторов, в основу которой положена оптимизация эффективности установления соответствия рейсовой нагрузки, энергонасыщенности трактора и свойств волока.

#### **Библиографический список**

1. Анисимов, Г. М. Основы минимизации уплотнения почвы трелевочными системами [Текст] / Г. М. Анисимов, Б. М. Большаков. — Санкт-Петербург : Изд. ЛТА, 1998. — 108 с.
2. Анисимов, Г. М. Эксплуатационная эффективность трелевочных тракторов [Текст] / Г. М. Анисимов. — Москва : Лесн. пром-сть, 1990. — 208 с.
3. Анисимов, Г. М. Учебно-методическая и научная деятельность кафедры лесных гусеничных и колесных машин [Текст] / Г. М. Анисимов. — Санкт-Петербург : Изд. ГЛТА, 2011. — 206 с.
4. Советский энциклопедический словарь [Текст]. — Москва : Сов. энциклопедия, 1958. — 1600 с.
5. Зайчик, М. И. Тяговые машины и подвижной состав лесовозных дорог [Текст] / М. И. Зайчик, А. М. Гольдберг, Д. Д. Ерахтин. — Москва : Лесн. пром-сть, 1967. — 712 с.
6. Анисимов, Г. М. Лесотранспортные машины [Текст] / Г. М. Анисимов, А. М. Кочнев. — Санкт-Петербург : Лань, 2009. — 448 с.
7. Кочнев, А. М. Рабочие режимы отечественных колесных трелевочных тракторов [Текст] / А. М. Кочнев. — Санкт-Петербург : Изд-во Политехн. ун-та, 2008. — 520 с.
8. Вентцель, Е. С. Теория вероятностей [Текст] / Е. С. Вентцель. — Москва : Наука, 1964. — 576 с.
9. Анисимов, Г. М. Основы научных исследований (с основами моделирования) [Текст] / Г. М. Анисимов, А. М. Кочнев. — Санкт-Петербург : СПбГЛТА, 2006. — 492 с.



## Секция «Физика и автоматизация технологических процессов и производств»

УДК 538.95

В данной работе рассматривается возбуждение связанных колебаний намагниченности и упругих смещений в однослойных и многослойных пластинах магнитоупругого ферромагнетика при перемагничивании постоянным внешним полем. Система обыкновенных дифференциальных уравнений решалась численно методом Рунге — Кутты 7-8 порядка с контролем шага интегрирования. Выявлены характерные особенности развития процессов магнитных и упругих колебаний в образце.

**Ключевые слова:** магнитоупругие колебания, ферритовая пластина, прецессия намагниченности.

**Д. А. Плешев,**  
аспирант

(Сыктывкарский государственный университет  
им. Питирима Сорокина)

**Ф. Ф. Асадуллин,**

доктор физико-математических наук;

**С. М. Полешиков,**

доктор физико-математических наук

(Сыктывкарский лесной институт)

**В. С. Власов,**

кандидат физико-математических наук, доцент;

**Л. Н. Котов,**

доктор физико-математических наук, профессор

(Сыктывкарский государственный университет

им. Питирима Сорокина)

### МАГНИТНАЯ ДИНАМИКА В НИКЕЛЕВОМ ФЕРРИТЕ ПРИ ПЕРЕМАГНИЧИВАНИИ ВНЕШНИМ МАГНИТНЫМ ПОЛЕМ

Использование ультразвуковых и гиперзвуковых магнитострикционных преобразователей на основе ферромагнетиков представляет большой интерес в области реализации высокоэффективных систем хранения, обработки и передачи данных. Первые эксперименты по возбуждению гиперзвука, основанные на использовании магнитоакустических преобразователей, показали высокую эффективность возбуждения в сочетании с низким затуханием.

Однако параметрическое возбуждение обменных спиновых волн, возникающее при малых амплитудах прецессии намагниченности, вызывает нестабильные нелинейные явления, которые можно исключить за счёт выбора соответствующей геометрии образца. Оптимальным вариантом является плоскопараллельная перпендикулярно намагниченная пластина, когда частота однородной моды ферромагнитного резонанса приходится на дно спектра обменных

спиновых волн, вследствие чего их параметрическое возбуждение становится невозможным.

**Геометрия задачи.** В основе геометрии задачи лежит тонкая плоскопараллельная пластина толщины  $d$ , флуктуациями характеристик которой в объеме образца можно пренебречь, и представляющая собой пленку ферромагнетика кубической симметрии, обладающая магнитными, упругими и магнитоупругими свойствами (рис. 1). Задача решается в декартовой системе координат  $Oxyz$ . Центр системы координат  $O$  совпадает с центром пластины. Система координат выбрана таким образом, что оси  $Ox$ ,  $Oy$  и  $Oz$  направлены вдоль кристаллографических осей  $[100]$ ,  $[010]$  и  $[001]$  соответственно. Пленка помещена во внешнее магнитное поле  $\vec{H}_0$ , направленное по нормали к плоскости пластины по оси  $Oz$ . Плоскости пластины совпадают с координатами  $z = \pm d/2$ .

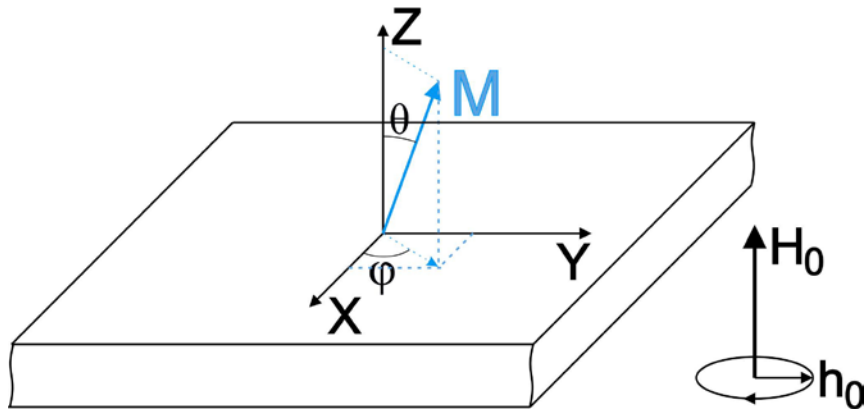


Рис. 1. Геометрия задачи для однослойной пленки

В работе была использована система уравнений, представленная в [1,2] и описывающая электромагнитное нелинейное возбуждение магнитоупругих колебаний в нормально намагниченной пластине, когда параметрическое возбуждение спиновых волн не осуществляется. Система уравнений решалась методом прямых.

Система уравнений движения намагниченности представлены в форме Ландау — Лифшица — Гильберта:

$$\frac{\partial \vec{m}_n}{\partial t} = -\text{EMBED Equation.3} \left[ \vec{m}_n \otimes \text{EMBED Equation.3} \vec{H}_{en} \right] + \alpha \left[ \vec{m}_n \otimes \text{EMBED Equation.3} \frac{\partial \vec{m}_n}{\partial t} \right], \quad (1)$$

где  $n = 0, 1, \dots, N$  и  $N = d/l$ .

Эффективные поля:

$$H_{effx} = h_x - 4\pi N_x M_s m_x + \frac{b_2}{M_s} m_z \frac{\partial u_x}{\partial z}, \quad (2)$$

$$H_{effy} = h_y - 4\pi N_y M_s m_y + \frac{b_2}{M_s} m_z \frac{\partial u_y}{\partial z}, \quad (3)$$

$$H_{effz} = H_0 - 4\pi N_z M_s m_z + \frac{b_2}{M_s \left( m_x \frac{\partial u_x}{\partial z} + m_y \frac{\partial u_y}{\partial z} \right)}. \quad (4)$$

Уравнение упругого смещения:

$$c_{44} \frac{\partial u_x}{\partial z} \Big|_{z=\pm d/2} = -b_2 m_x m_z, \quad (5)$$

$$c_{44} \frac{\partial u_y}{\partial z} \Big|_{z=\pm d/2} = -b_2 m_y m_z, \quad (6)$$

Граничные условия:

$$c_{44} \frac{u_{xn} - u_{xn-1}}{l} = -b_2 m_x m_z, \quad (7)$$

$$c_{44} \frac{u_{yn} - u_{yn-1}}{l} = -b_2 m_y m_z. \quad (8)$$

Данная система уравнений описывает магнитоупругое взаимодействие во всем объеме образца, разделяя его вдоль оси  $Oz$  на необходимое множество узлов как показано на рис. 2. В данной статье, деление образца будет осуществляться на 6 узлов, что для многослойных систем будет соответствовать следующему распределению: узлы 1 и 2 соответствуют первому слою, узлы 3 и 4 — второму, узлы 5 и 6 — третьему.

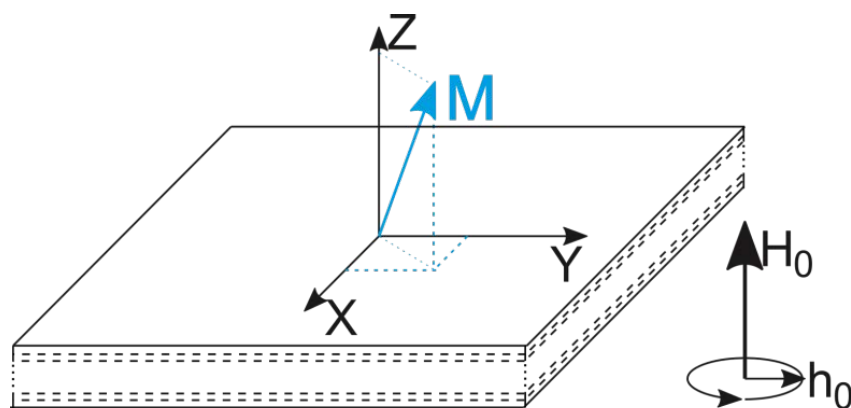
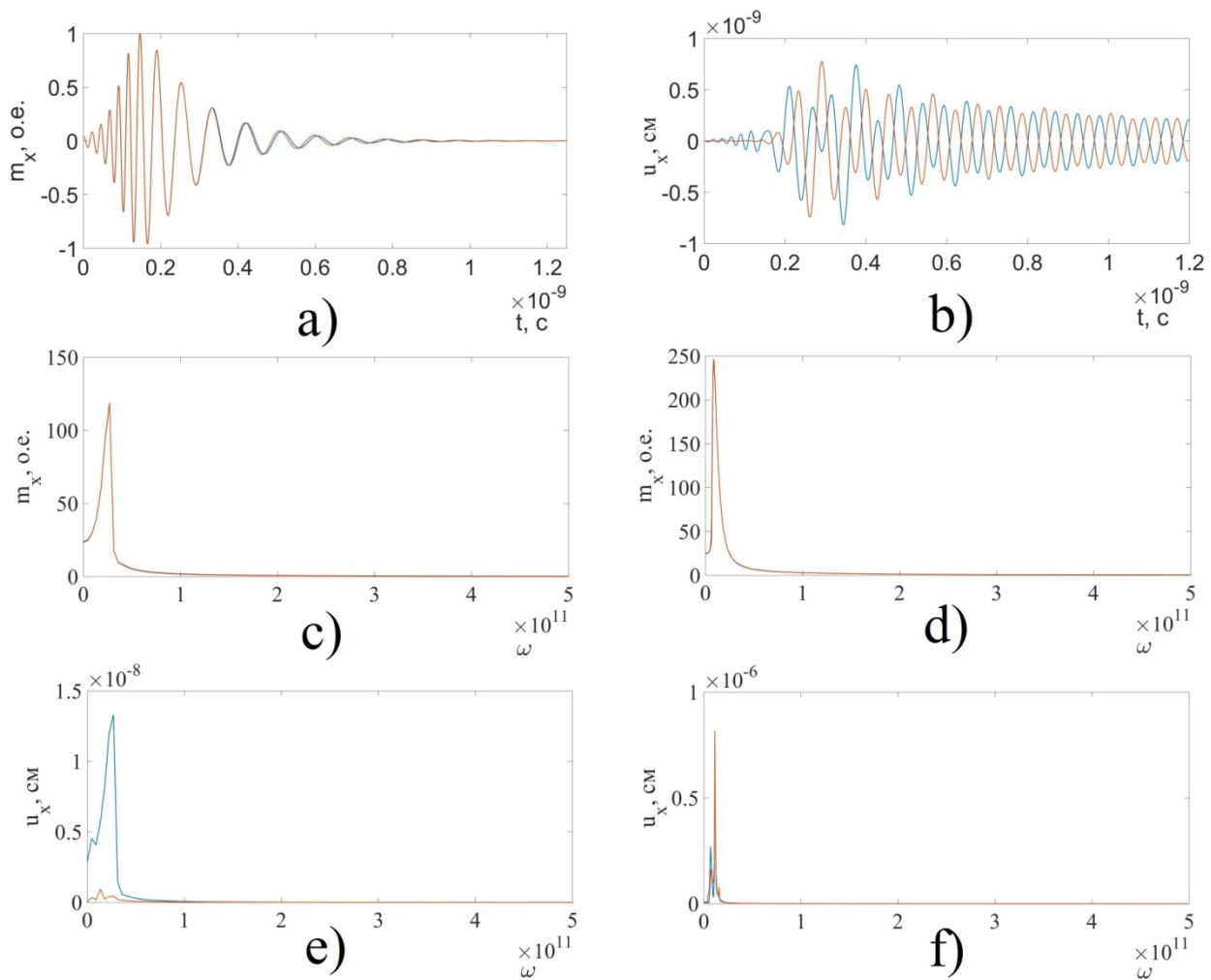


Рис. 2. Деление образца на узлы

**Перемагничивание.** Пусть пластина в исходном состоянии находится в постоянном поле  $\vec{H}_0$ , направленного в отрицательном направлении оси  $Oz$ , величина которого заведомо больше поля размагничивания, т. е.  $\vec{H}_0 > 4\pi M_0$ , где  $M_0$  — намагниченность насыщения пластины. Вектор намагниченности в данном случае ориентирован по полю. Таким образом материальные параметры образца, характерные для феррита никеля составляют: толщина пластины  $d = 13.41 \cdot 10^{-6}$  см, намагниченность насыщения  $M_s = 480 \frac{\text{Эрг}}{\text{Гс} \cdot \text{см}^3}$ , составляющая напряженности постоянного магнитного поля по оси  $Oz$  —  $H_{0z} = 10000$  Э, коэффициент магнитной диссипации  $\alpha = 0.027 \div 0.035$ . Упругие коэффициенты равны  $c_{11} = 2.5 \cdot 10^{11} \frac{\text{Дин}}{\text{см}^2}$ ,  $c_{12} = 1.5 \cdot 10^{11} \frac{\text{Дин}}{\text{см}^2}$ , а

$c_{44} = 1.2 \cdot 10^{11} \text{ ДИН/СМ}^2$ . Магнитоупругие коэффициенты равны  
 $B_1 = 0.12 \cdot 10^9 \text{ ДИН/СМ}^2$ ,  $B_2 = 0.16 \cdot 10^9 \text{ ДИН/СМ}^2$ .

В начальный момент времени постоянное поле  $\vec{H}_0$  меняет свое направление на диаметрально противоположное, как следствие поле и намагниченность становятся противонаправленными. Равновесие намагниченности в данном случае неустойчиво и при малейшей флуктуации вектор намагниченности будет стремиться ориентироваться в направлении поля, т. е. в положительном направлении оси  $Oz$ . При этом, благодаря гиротропным свойствам среды, вектор намагниченности начинает прецессировать вокруг оси  $Oz$ , что в свою очередь, благодаря магнитоупругим свойствам материала, вызывает колебания упругого смещения в образце [3], развитие которых представлено на рис. 3.



**Рис. 3.** Развитие магнитоупругих колебаний в однослойном образце (синий — первый узел, красный — третий узел):  
*a* — развитие колебаний намагниченности  $m_x$  по времени,  
*b* — развитие колебаний упругих смещений  $u_x$ ,  
*c* — спектр колебаний намагниченности  $m_x$  в нижней полуплоскости,  
*d* — спектр колебаний намагниченности  $m_x$  в верхней полуплоскости,  
*e* — спектр колебаний упругих смещений  $u_x$  в нижней полуплоскости,  
*f* — спектр колебаний упругих смещений  $u_x$  в верхней полуплоскости

На рис. 3, *a*, *c* и *d* видно, что частоты прецессии намагниченности в момент времени  $t = 1.6 \cdot 10^{-9}$ , который соответствует переходу вектора намагниченности через плоскость  $Oxy$ , различны.

Изменение частоты колебаний намагниченности определяется направлениями размагничивающего и постоянного полей, которые при движении намагниченности в нижней полусфере направлены в одном направлении, а при движении в нижней в противоположных. Это подтверждается формулой Киттеля для нормально намагниченной бесконечно тонкой пластины. Таким образом при нахождении в нижней полуплоскости частота прецессии соответствует:

$$\omega = \gamma \cdot (H_0 + 4\pi M_s), \quad (9)$$

а в верхней:

$$\omega = \gamma \cdot (H_0 - 4\pi M_s). \quad (10)$$

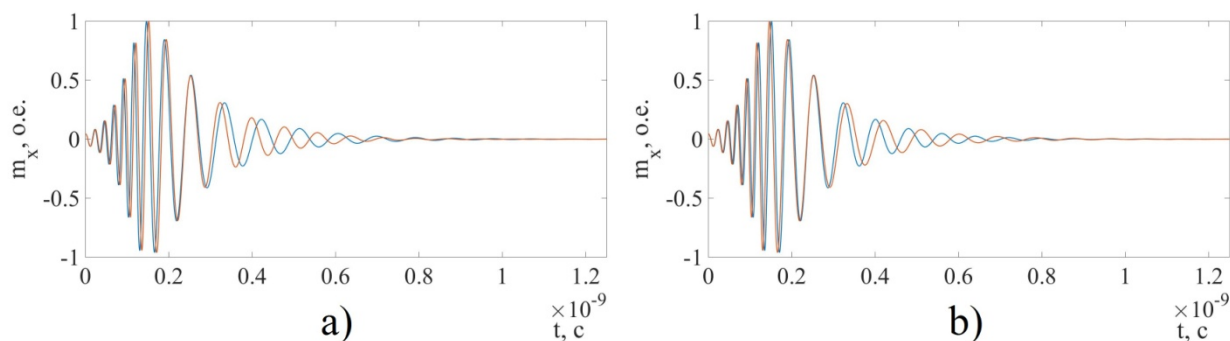
Колебания намагниченности за счет магнитострикции вызывают колебания упругого смещения в объеме образца. На начальном этапе, частота упругих смещений соответствует частоте магнитных колебаний (рис. 3, *c* и *e*). Амплитуда упругих смещений достигает максимума для нижней полуплоскости к моменту прохождения вектором намагниченности плоскости  $Oxy$ , а в момент прохождения резко падает до нуля. После чего амплитуда вновь возрастает, а затем упругие колебания с частотой колебаний намагниченности спадают примерно с той же постоянной времени, что и магнитные колебания (рис. 3, *d* и *f*). Это связано с тем, что время релаксации магнитных колебаний при заданных условиях много больше времени релаксации упругих колебаний, и как следствие последние следуют за магнитными колебаниями в квазистационарном режиме.

Процесс перемагничивания для многослойных пленок аналогичен механизму для однослойных, однако сильное влияние на процесс оказывает структура образца. Рассмотрим две трехслойные пластины, в которых намагниченность насыщения первого и третьего слоя для первой составляет, для второй  $M_s = 430 \frac{\text{эрг}}{\text{Гс} \cdot \text{см}^2}$ , а среднего (второго) слоя для первой пластины —  $M_s = 430 \frac{\text{эрг}}{\text{Гс} \cdot \text{см}^2}$ , для второй пластины —  $M_s = 470 \frac{\text{эрг}}{\text{Гс} \cdot \text{см}^2}$ . Остальные параметры идентичны однослойной пластине рассмотренной выше. Таким образом образцы будут иметь структуру сэндвича, а распределение намагниченности насыщения по оси  $Oz$  в первой пластине —  $480 \frac{\text{эрг}}{\text{Гс} \cdot \text{см}^2}$  —  $430 \frac{\text{эрг}}{\text{Гс} \cdot \text{см}^2}$  —  $480 \frac{\text{эрг}}{\text{Гс} \cdot \text{см}^2}$ , а во второй пластине —  $430 \frac{\text{эрг}}{\text{Гс} \cdot \text{см}^2}$  —  $480 \frac{\text{эрг}}{\text{Гс} \cdot \text{см}^2}$  —  $430 \frac{\text{эрг}}{\text{Гс} \cdot \text{см}^2}$ .

Из рис. 4 видно, что движение вектора намагниченности в нижней полусфере в слое с большей намагниченностью насыщения опережает вектор намагниченности в слое с меньшей намагниченностью насыщения (рис. 4, *a*, *b*) до момента времени  $t = 1.6 \cdot 10^{-9}$ .

После пересечения вектором намагниченности плоскости  $Oxy$ , т. е. при  $t > 1.6 \cdot 10^{-9}$ , вектор намагниченности в слое с большей намагниченностью насыщения начинает запаздывать относительно вектора намагниченности в слое с

меньшей намагниченностью насыщения. Данное явление определяется направлениями и величинами размагничивающего и постоянного полей и подтверждается формулой Киттеля для нормально намагниченной бесконечно тонкой пластины.



**Рис. 4.** Развитие магнитоупругих колебаний в многослойных образцах (синий — первый узел, красный — третий узел):

- $a$  — развитие колебаний намагниченности ( $480 \frac{\text{Эрг}}{\text{Гс} \cdot \text{см}^2} - 430 \frac{\text{Эрг}}{\text{Гс} \cdot \text{см}^2} - 480 \frac{\text{Эрг}}{\text{Гс} \cdot \text{см}^2}$ );
- $b$  — развитие колебаний намагниченности ( $430 \frac{\text{Эрг}}{\text{Гс} \cdot \text{см}^2} - 480 \frac{\text{Эрг}}{\text{Гс} \cdot \text{см}^2} - 430 \frac{\text{Эрг}}{\text{Гс} \cdot \text{см}^2}$ )

**Заключение.** В работе описана динамика вектора намагниченности в пластине ферромагнетика при ориентационном переходе от антипараллельного к параллельному направлению постоянного поля. Показана возможность возбуждения прецессии намагниченности при таком переходе, определены частоты прецессии и зависимость частот прецессии от структуры пластины и направления вектора намагниченности относительно направления постоянного поля. Показано, что прецессия намагниченности при ориентационном переходе возбуждает гиперзвуковые колебания упругого смещения, амплитуда и развитие которых зависит от колебаний намагниченности.

#### Библиографический список

1. Плешев, Д. А. Магнитоупругая нелинейная динамика в ферритовой пластине [Текст] / Д. А. Плешев, В. С. Власов, Ф. Ф. Асадуллин, Л. Н. Котов // Вестник Челяб. гос. ун-та. — 2015. — № 22 (377). Физика. Вып. 21. — С. 58—67.
2. Pleshev, D. A. Investigation of nonlinear dynamics of magnetoelastic oscillations in normal magnetized ferrite plate [Text] / D. A. Pleshev, V. S. Vlasov, L. N. Kotov [et al.] // Solid State Phenomena. — Vols 233—234 (2015). — P. 471—475.
3. Vlasov, V. S. Investigation of nonlinear dynamics of magnetoelastic oscillations in normal magnetized ferrite plate [Text] / V. S. Vlasov, D. A. Pleshev, L. N. Kotov [et al.] // Solid State Phenomena. — Vols 233—234 (2015). — P. 480—484.

На основании экспериментальных зависимостей перемещения свободного конца пружины из никелида титана в термоциклах под растягивающей нагрузкой вычислены напряжения и деформации, возникающие во внешнем волокне. Исследовано влияние касательного напряжения на осевую составляющую деформации, нормального напряжения на сдвиговую деформацию. Показано, что интенсивность сдвиговой деформации при небольших усилиях уменьшается практически по линейному закону с ростом интенсивности нормальных напряжений. Увеличение растягивающей силы приводит к появлению двойного реверса на кривых интенсивностей деформации.

**Ключевые слова:** эффект памяти формы, цилиндрическая пружина, касательное и нормальное напряжения, угловая и осевая деформации, термоцикл, осевая сила.

**Л. С. Полугрудова,**  
старший преподаватель;

**М. Ю. Демина,**  
кандидат физико-математических наук, доцент  
(Сыктывкарский лесной институт)

**И. Н. Андронов,**  
доктор технических наук, профессор  
(Ухтинский государственный технический университет)

## **ЭФФЕКТЫ ПЕРЕКРЕСТНОГО ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ НАПРЯЖЕНИЙ И ДЕФОРМАЦИЙ И ТРАЕКТОРИИ НАГРУЖЕНИЯ И ДЕФОРМИРОВАНИЯ ПРИ ТЕРМОЦИКЛИРОВАНИИ ЦИЛИНДРИЧЕСКОЙ ПРУЖИНЫ ИЗ TiNi**

В работе предложен метод расчета напряжений и деформаций, в котором исходными данными являются экспериментально полученные зависимости перемещения свободного конца  $\delta$  и внешнего диаметра  $D$  от температуры. В данной работе представлен анализ взаимосвязи напряжений и деформаций, возникающих при термоциклировании пружины. В качестве объекта исследований использовали цилиндрическую спиральную пружину, выполненную из проволоки сплава TiNi эквиатомного состава. Для данного материала температуры мартенситных переходов составляют:  $M_s = 323$  К,  $M_f = 303$  К,  $A_s = 328$  К,  $A_f = 348$  К. Пружина изготавливалась по методике, подробно описанной в. Диаметр проволоки составлял  $d = 0,002$  м, средний диаметр витка  $D = 0,027$  м, индекс пружины  $C = D/d = 13,5$ , количество рабочих витков  $n = 22$ , пружина оставалась однородной по всей длине.

Пружину термоциклировали через интервалы мартенситных переходов в интервале температур  $297 \leq T \leq 363$  К под действием растягивающих сил  $P = 1; 1,5; 2,5; 3,0; 3,5; 4,0$  и  $4,5$  Н. Перемещение свободного конца пружины  $\delta$  измеряли при помощи неподвижной линейной шкалы, укрепленной параллельно оси пружины, с систематической погрешностью 1 мм.

В процессе термоциклирования пружины, нагруженной осевой силой, существенно изменятся касательные напряжения, которые рассчитывали по формуле

$$\tau_{\text{внеш}} = k_{\text{н}} \frac{M_{\text{кр}}}{W_{\text{р}}} = k_{\text{н}} \frac{8P(D-d)}{\pi d^3 \sqrt{1 + \left(\frac{d + \delta/n}{\pi(D-d)}\right)^2}}, \quad (1)$$

где коэффициент  $k_{\text{н}}$  для внешнего волокна согласно [6] равен

$$k_{\text{н}} = \frac{C}{C+1} = \frac{D-d}{D}. \quad (2)$$

Нормальные напряжения при изгибе в точках сечения во внешнем волокне, отстоящих на расстоянии  $d/2$  от нейтральной линии, могут быть определены выражением из работы

$$\sigma_{\text{внеш}} = \frac{M_{\text{изг}}}{W_x} = \frac{16P(D-d) \left(\frac{d + \delta/n}{\pi(D-d)}\right)}{\pi d^3 \sqrt{1 + \left(\frac{d + \delta/n}{\pi(D-d)}\right)^2}}. \quad (3)$$

Сдвиговую и осевую деформации в пружине определяли по формулам (4) и (5):

$$\gamma = \frac{d}{2\pi(D-d)} \left( \operatorname{arctg} \frac{d + \delta/n}{\pi(D-d)} - \operatorname{arctg} \frac{d}{\pi(D_0 - d)} \right), \quad (4)$$

$$\varepsilon = \frac{(D-d)d}{(D-d)^2 + \left(\frac{d + \delta/n}{\pi}\right)^2} - \frac{(D_0 - d)d}{(D_0 - d)^2 + \left(\frac{d}{\pi}\right)^2}. \quad (5)$$

В формулах (1), (3)—(5) учитывали изменение числа рабочих витков  $n$  при деформировании пружины следующим образом. Исходная длина винтовой линии

$$l_0 = \pi(D_0 - d)n_0, \quad (6)$$

где  $n_0$  — начальное число витков пружины. Интегральное выражение для длины винтовой линии с учетом параметрического задания винтовой линии

$$l = \int_0^{\theta_{\text{max}}} \sqrt{\frac{(D-d)^2}{4} \sin^2 \theta + \frac{(D-d)^2}{4} \cos^2 \theta + \left(\frac{d + \delta/n}{2\pi}\right)^2} \cdot d\theta, \quad (7)$$



где  $\theta_{\max}$  — максимальный полярный угол, отвечающий прохождению по всей пружине,  $\theta_{\max} = 2\pi n$ . В результате интегрирования получим

$$l = \frac{(D-d)\theta_{\max}}{2} \sqrt{1 + \left( \frac{d + \delta/n}{(D-d)\pi} \right)^2}, \quad (8)$$

откуда следует

$$\theta_{\max} = \frac{2l}{(D-d) \sqrt{1 + \left( \frac{d + \delta/n}{(D-d)\pi} \right)^2}}. \quad (9)$$

Очевидно, что при  $\delta = 0$  и  $D = D_0$   $\theta_{\max}^0 = 2\pi n_0$ , тогда из (8) начальная длина винтовой линии может быть представлена как

$$l_0 = (D_0 - d)\pi n_0 \sqrt{1 + \left( \frac{d}{(D_0 - d)\pi} \right)^2}. \quad (10)$$

Предполагая, что длина винтовой линии изменяется несущественно, т. е. полагая

$$l \approx l_0 = \pi(D_0 - d)n_0, \quad (11)$$

выразим число витков через максимальный полярный угол

$$n = \frac{\theta_{\max}}{2\pi} = n_0 \frac{(D_0 - d) \sqrt{1 + \left( \frac{d}{(D_0 - d)\pi} \right)^2}}{(D-d) \sqrt{1 + \left( \frac{d + \delta/n}{(D-d)\pi} \right)^2}}. \quad (12)$$

Преобразуем уравнение (12):

$$\left( (D-d)^2 + \frac{d^2}{\pi^2} \right) n^2 + \frac{2d\delta}{\pi^2} - \left( (D_0 - d)^2 + \frac{d^2}{\pi^2} \right) n_0^2 + \frac{\delta^2}{\pi^2} = 0. \quad (13)$$

Решая уравнение (13), число витков  $n$  определяем по формуле

$$n = \frac{-\frac{d\delta}{\pi^2} + \sqrt{\left( (D-d)^2 + \frac{d^2}{\pi^2} \right) \left( (D_0 - d)^2 + \frac{d^2}{\pi^2} \right) n_0^2 - (D-d)^2 \frac{\delta^2}{\pi^2}}{(D-d)^2 + \frac{d^2}{\pi^2}}. \quad (14)$$

Интенсивность нормальных напряжений совместного кручения с изгибом находили согласно по формуле (15):

$$\sigma_i = \sqrt{\sigma^2 + 3\tau^2}. \quad (15)$$

Интенсивность сдвиговой деформации находили по формуле

$$\varepsilon_i = \sqrt{3\varepsilon^2 + \gamma^2}. \quad (16)$$

### Библиографический список

1. Андронов, И. Н. Эффекты памяти формы у сплава TiNiCu при сложном напряженном состоянии [Текст] / И. Н. Андронов, В. А. Лихачев, М. Ю. Рогачевская // Изв. вузов. Физика. — 1989. — № 2. — С. 117—119.
2. Андронов, И. Н. Циклическая память формы и термоциклическая ползучесть сплава Cu-62.5 %Mn в условиях одновременного растяжения и кручения [Текст] / И. Н. Андронов, Ю. Б. Какулия, М. Ю. Рогачевская // ЛГУ. — Ленинград, 1988. — Деп. в ВИНТИ 22 ноября 1988. № 8220-B28. — 25 с.
3. Андронов, И. Н. Циклическая память формы сплава CuAlMn в условиях сложного нагружения [Текст] / И. Н. Андронов, В. П. Власов, Ю. Б. Какулия, В. А. Лихачев // Механика прочности материалов : XXIV Всесоюзный семинар «Актуальные проблемы прочности» Рубежное. Фил. Днепропетр. хим.-технол. ин-та. — 1990. — С. 149—151.
4. Андронов, И. Н. Влияние вида напряженного состояния на характер деформирования материалов в условиях проявления мартенситной неупругости [Текст] / И. Н. Андронов, Н. П. Богданов, Н. А. Северова // Вестник Тамб. ун-та. — 1998. — Т. 3, вып. 3. — С. 236—238.
5. Андронов, И. Н. Расчетно-экспериментальный анализ термоциклического деформирования витых пружин из никелида титана [Текст] / И. Н. Андронов, М. Ю. Дёмина, Л. С. Полугрудова // Деформация и разрушение материалов. — 2015. — № 5. — С. 20—27.
6. Расчеты на прочность в машиностроении. Теоретические основы и экспериментальные методы. Расчеты стержневых элементов конструкций при статической нагрузке [Текст] / С. Д. Пономарев, В. Л. Бидерман, К. К. Лихарев [и др.] ; под ред. С. Д. Пономарева ; Гос. науч.-техн. изд-во машиностроит. лит-ры. — Москва, 1956. — 870 с.
7. Корн, Г. А. Справочник по математике для научных работников и инженеров [Текст] / Г. А. Корн, Т. М. Корн. — Москва : Наука, 1974. — 832 с.
8. Малинин, Н. Н. Прикладная теория пластичности и ползучести [Текст] / Н. Н. Малинин. — Москва : Наука, 1974. — 832 с.
9. Лихачев, В. А. Структурно-аналитическая теория прочности [Текст] / В. А. Лихачев, В. Г. Малинин. — Санкт-Петербург, 1993. — 471 с.

Предлагаются технологии малогабаритного магнитолевитационного транспорта для Севера России. В частности, эстакады арочного типа позволят обеспечить защиту путепроводов и транспортных средств от повышения уровней водотоков и других природных явлений. Особенностью таких эстакад является перемещение транспортного средства относительно внутренней верхней поверхности эстакады — «езда по потолку». Для преодоления водных преград арочные эстакады могут подвешиваться на тросах (канатах) между высотными опорами. Для преодоления болот такие эстакады могут устанавливаться на гати и понтоны.

**Ключевые слова:** транспортная система, колесная опора.

**Е. Ю. Сундуков,**  
кандидат экономических наук, доцент;  
**С. М. Кочергин,**  
старший преподаватель  
(Сыктывкарский лесной институт)

### **ТРАНСПОРТНАЯ СИСТЕМА, СОДЕРЖАЩАЯ ШАГОВЫЙ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫЙ ДВИГАТЕЛЬ И ТРАНСПОРТНОЕ СРЕДСТВО НА КОЛЕСНОЙ ОПОРЕ**

**Арочная эстакада и возможные варианты ее применения.** В условиях Севера России путепроводы магнитолевитационных систем следует строить в эстакадном исполнении. Использование малогабаритных транспортных модулей потребует, соответственно, и конструктивные элементы эстакад меньших размеров. Эстакады традиционных типов обеспечивают защиту путевых сооружений и движущихся транспортных средств от повышения уровня водотоков, а также снежных заносов. Однако для выполнения этих функций зачастую требуется поднятие путепровода на значительную высоту, что, в свою очередь, вызывает явление парусности и требует защиты от порывов ветра, а также исключение возможности переворачивания транспортных модулей.

Защитить путепровод и малогабаритные транспортные средства от атмосферных явлений позволит эстакада арочного типа. Эстакада арочного типа представляет собой ограничитель перемещений, имеющий арку в поперечном сечении, на внутренней поверхности которого размещены либо рельсы из сверхпроводящего материала, либо витки статорной обмотки, обеспечивающие магнитное или электромагнитное подвешивание транспортного модуля, оборудованного магнитными источниками, а также витки статорной обмотки ускоряющего электромагнита,

Такая эстакада может использоваться для перемещения:

- малогабаритных грузовых и пассажирских транспортных модулей, оборудованных источниками магнитного поля;
- автомобилей с нормальными габаритами, на верхней части которых закреплены источники магнитного поля;

– специальных емкостей (бочек, баллонов, мини-цистерн и др.) для перевозки жидких углеводородов.

**Транспортировка углеводородов с использованием арочной эстакады.** Разработка газоконденсатных месторождений на полуострове Ямал обуславливает необходимость увеличения объемов транспортировки сжиженного природного газа (СПГ), в том числе и сухопутным способом. Сухопутная транспортировка углеводородов осуществляется либо по трубопроводам, либо в железнодорожных цистернах. Для сжижения газ охлаждается до температуры – 163 °С и сжимается в 600 раз на специальных заводах. В настоящее время к крупнейшим месторождениям природного газа — Новопортовскому и Южно-Тамбейскому, где планируется строительство завода по производству СПГ, трубопроводы и железнодорожные пути не проложены. Мощность самого завода по производству СПГ составит 16,5 млн т в год.

Предлагается на полуострове Ямал построить малогабаритные эстакадные путепроводы арочного типа на основе магнитной (электромагнитной) подвески от поселков Сабетта и Новый Порт до железнодорожных станций Бованенково и Паюта, соответственно. На указанных станциях построить терминалы для перегрузки наполненных миницистерн с малогабаритной эстакады в специальные вагоны, пустых — из вагонов на эстакаду. Перемещение магнитноподвешенных миницистерн относительно эстакады будет осуществляться в автоматическом режиме.

При помощи малогабаритного эстакадного магнитолевитационного транспорта могут быть реализованы транспортные связи на Европейском Севере России.

#### Библиографический список

1. Антонов, Ю. Ф. Магнитолевитационная транспортная технология [Текст] / Ю. Ф. Антонов, А. А. Зайцев ; под ред. В. А. Гапановича. — Москва : Физматлит, 2014. — 476 с.
2. Киселенко, А. Н. Возможности магнитолевитационного транспорта для повышения связности транспортной сети Европейской и Приуральской Арктики и в логистических процессах [Электронный ресурс] / А. Н. Киселенко, Е. Ю. Сундуков // Транспортные системы и технологии: сетевой электронный журнал ; Петербургский государственный университет путей сообщения. — Санкт-Петербург : ФГБОУ ВПО ПГУПС, 2016. — № 2 (4). — С. 14—17. — Режим доступа: <http://www.transssyst.ru/files/2-kiselenko-an-syndukov-ey-pdf.pdf>.
3. Вербо А. М. Инновации в области морской перевозки сжиженного природного газа [Текст] // Горный информационно-аналитический бюллетень (науч.-техн. журн.). — Москва : Горная книга, 2008. — № 3. — С. 38—44.
4. U1 168039 RU 6 В 60 L 13/10 Транспортная система с шаговым электромагнитным двигателем и колесными опорами [Текст] / Е. Ю. Сундуков, П. А. Малащук, Н. А. Тарабукина. — 2016100487; Заявл. 11.01.2016 // Полезные модели (Заявки и патенты). — 2017. — № 2.
5. C2 2199451 RU 6 В 60 L 13/00 Ограничитель перемещений транспортного средства [Текст] / Б. П. Евдокимов, Е. Ю. Сундуков, В. Ф. Свойкин. — 99123534/28; Заявл. 09.11.99 // Изобретения (Заявки и патенты). — 2003. — № 64.
6. C1 2123946 RU 6 В 60 L 13/10 Транспортная система / Е. Ю. Сундуков. — 961245/28; Заявл. 27.12.96 // Изобретения (Заявки и патенты). — 1998. — № 36.

В данной работе анализируется влияние коэффициентов потенциала на уровни энергии и волновые функции, которые получаются в результате решения уравнения Шредингера.

**Ключевые слова:** несимметричная потенциальная яма.

**А. В. Турьев,**  
кандидат физико-математических наук, доцент;  
**Ф. Ф. Асадуллин,**  
доктор физико-математических наук, доцент  
(Сыктывкарский лесной институт)

## АНГАРМОНИЧЕСКИЙ ДВУХЪЯМНЫЙ ПОТЕНЦИАЛ НЕСИММЕТРИЧНОЙ ФОРМЫ

Модельный потенциал

$$U(x) = -k_2x^2 + k_3x^3 + k_4x^4, \quad (1)$$

имеющий вид двойной асимметричной потенциальной ямы, часто используется в задачах колебательной спектроскопии молекул и химической кинетики (инверсионные колебания аммиака, фосфина, этиленimina, изгибные колебания кольцевых молекул, водородная связь, анализ внутреннего вращения и деформационных колебаний молекул в возбужденных электронных состояниях и др.).

Спектроскопические данные позволяют восстановить потенциальную функцию одномерного колебательного движения и тем самым конкретизировать сложную структуру многоатомных молекул.

В данной работе авторы анализируют влияние коэффициентов потенциала на уровни энергии и волновые функции, которые получаются в результате решения уравнения Шредингера, содержащего данный потенциал ( $\hbar = 2\mu = 1$ )

$$\Psi_n''(x) + [E_n - U(x)] \Psi_n(x) = 0. \quad (2)$$

Расчетная схема приближенного решения уравнения (2) подробно изложена в работе [1]. Она основана на представлении искомым функций  $\Psi_n(x)$  в области, содержащей все поворотные точки исследуемых уровней, в виде бесконечных степенных рядов, которые с обеих сторон сшиваются с приближенными аналитическими решениями, получаемыми в нулевом приближении обобщенного ВКБ-метода при использовании в качестве эталонной системы гармонического осциллятора, а уровни энергии  $E_n$  определяются из условий сшивания волновых функций.

В качестве примера были выбраны четыре потенциала:

$$U_1(x) = 7x^2 + 0,5x^3 + x^4; \quad (3)$$

$$U_2(x) = -7,77x^2 + 0,494x^3 + 0,98x^4; \quad (4)$$

$$U_3(x) = -7,91x^2 + 0,581x^3 + x^4; \quad (5)$$

$$U_4(x) = -x_2 + 3x^3 + x^4. \quad (6)$$

В таблице приводятся результаты расчета первых девяти уровней энергии для указанных потенциалов. Графики потенциалов с уровнями энергии представлены на рис. 1.

№ п/п	$E_n(U_1)$	$E_n(U_2)$	$E_n(U_3)$	$E_n(U_4)$
0	-12,259	-15,928	-17,040	-11,070
1	-6,046	-8,462	-9,021	-4,529
2	-5,287	-8,213	-8,270	0,503
3	-0,647	-2,489	-3,007	2,264
4	0,690	-1,991	-2,005	5,032
5	4,051	1,992	0,752	9,309
6	7,365	4,480	4,010	13,838
7	11,227	8,466	8,019	18,871
8	15,413	12,940	12,530	24,660

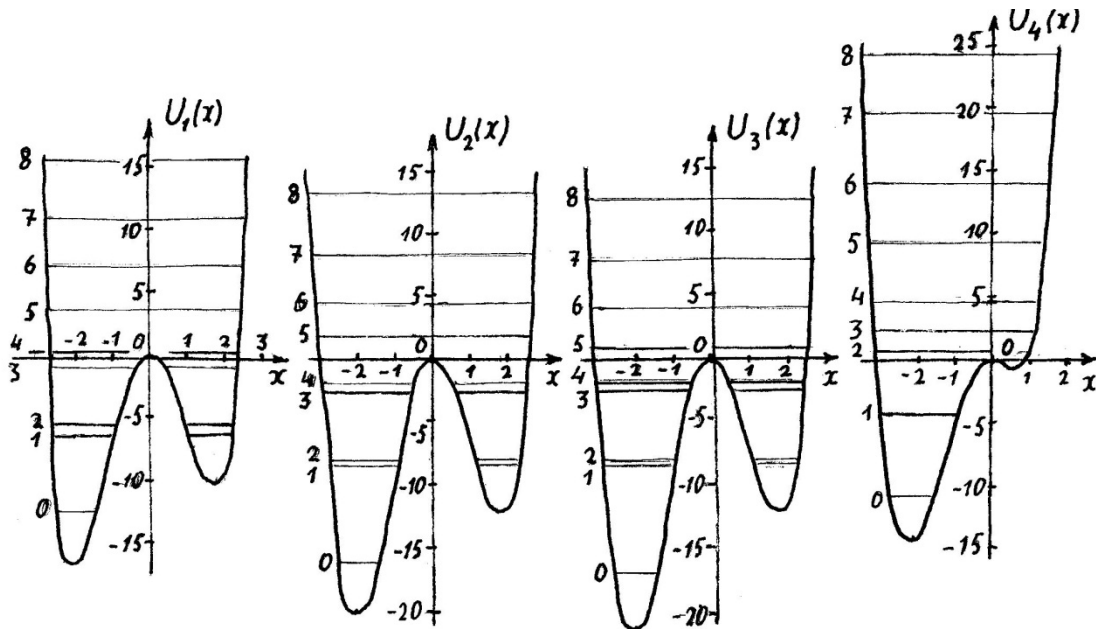


Рис. 1.

Потенциал (3) подробно исследован в работе [1], где наряду с уровнями энергии вычислены нормированные волновые функции для первых девяти состояний и рассчитаны матричные элементы, позволяющие оценить интенсивности соответствующих квантовых переходов.

Волновые функции потенциала (3) представлены на рис. 2, а рис. 3 иллюстрирует волновые функции пяти состояний для осцилляторов (4), (5), (6).

Выполненные расчеты ангармонических потенциалов, постепенно увеличивающих свою асимметрию, дали возможность проследить поведение соответствующих уровней энергии и волновых функций. Из сравнения рис. 2 и 3 можно сделать вывод, что небольшая асимметрия резко меняет поведение волновых функций при незначительном изменении колебательных уровней. Чет-

ные состояния локализируются в левой яме, а нечетные — в правой. В соответствии с этим становятся наиболее интенсивными четно — четные и нечетно — нечетные переходы, запрещенные в симметричной яме. В то же время интенсивности переходов  $I_{03}$  и  $I_{12}$  продолжают оставаться существенными, что дает четыре близко расположенных полосы или квартет. Дальнейшее увеличение асимметрии приводит к сильному сдвигу уровней. Волновые функции 4-х нижних состояний локализованы в разных ямах.

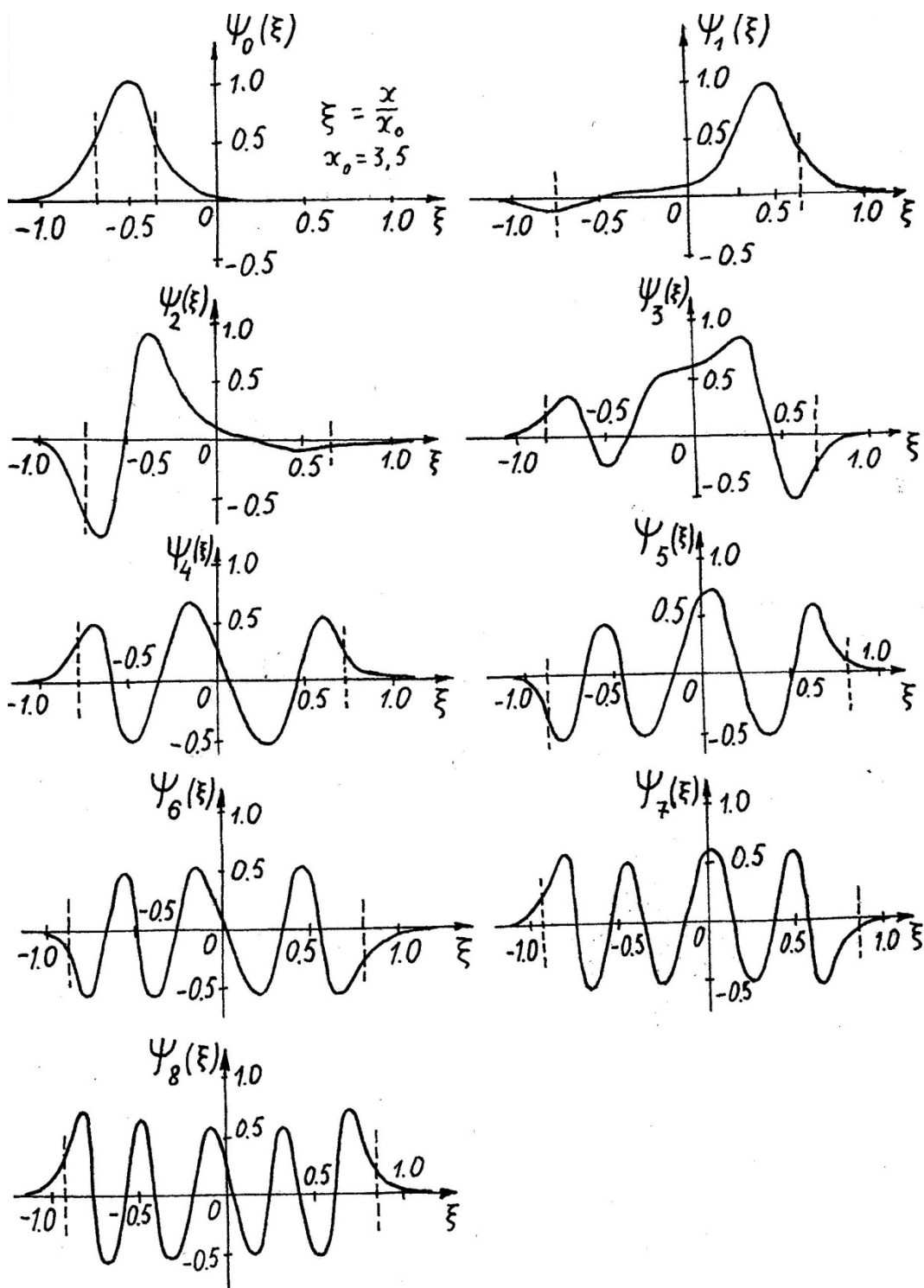


Рис. 2.

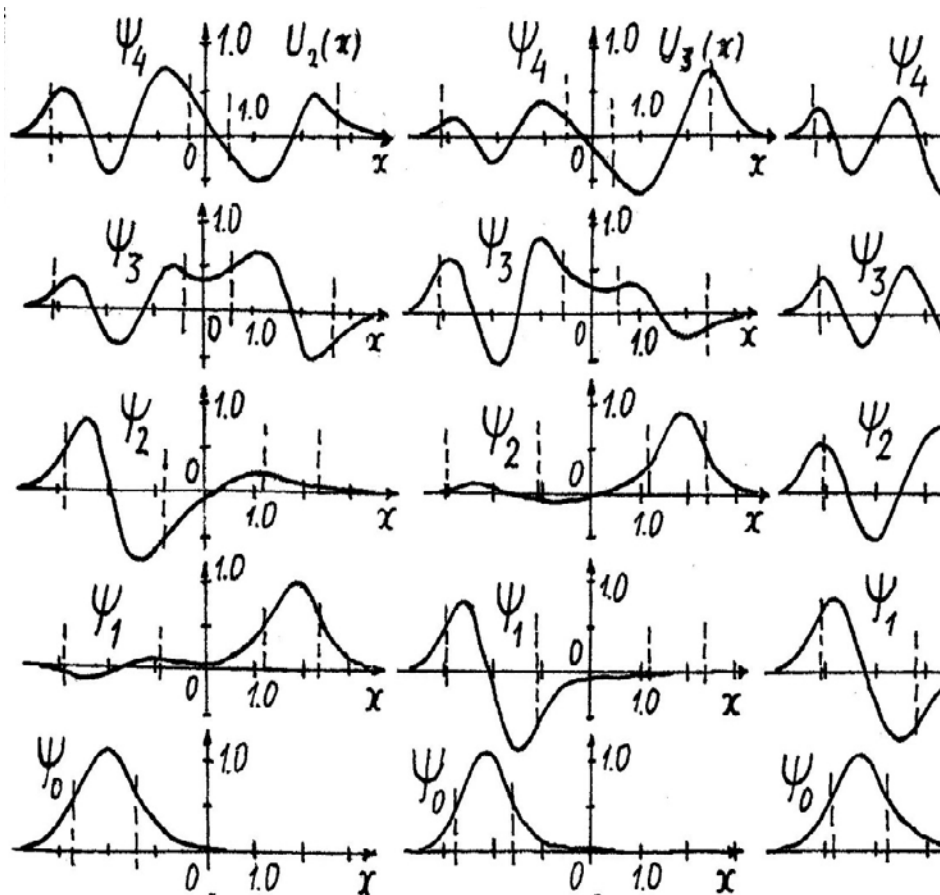


Рис. 3.

Необходимо отметить, что туннельный эффект в слабо асимметричных потенциалах не может однозначно объяснить сложную структуру соответствующих ИК-спектров многоатомных молекул, т. к. немалое влияние оказывают другие эффекты (взаимодействие с колебаниями решетки в твердых телах сольватные оболочки в растворах, поляризация среды и т. д.).

#### Библиографический список

1. Жирнов, Н. И. К оценке вероятностей переходов в двойной несимметричной потенциальной яме [Текст] / Н. И. Жирнов, А. В. Турьев // Оптика и спектр. — 1979. — Т. 47, № 5. — С. 869—876.



Применение концепции КА для построения сложных управляющих программ микроконтроллеров позволяет разрабатывать сложные программные структуры, предназначенные для квазиодновременного управления большим количеством объектов, для работы с большим количеством датчиков. Благодаря применению программных таймеров и высокой структурированности программы на КА легко расширяются, документируются, легко доступны для понимания программистам, не являющимся авторами программы (или тем же авторам, прервавшим на некоторое время работу с программой).

**Ключевые слова:** Микроконтроллеры и конечные автоматы

**В. А. Устюгов,**  
кандидат физико-математических наук, доцент  
(Сыктывкарский государственный  
университет им. Питирима Сорокина)

## **ПРИМЕНЕНИЕ КОНЕЧНЫХ АВТОМАТОВ ДЛЯ ПРОГРАММИРОВАНИЯ МИКРОКОНТРОЛЛЕРОВ**

Конечный автомат (КА) — абстрактный автомат, число возможных внутренних состояний которого конечно. Применение концепции КА для построения сложных управляющих программ микроконтроллеров позволяет разрабатывать сложные программные структуры, предназначенные для квазиодновременного управления большим количеством объектов, для работы с большим количеством датчиков. По сравнению с обычной работой по флагу или по прерыванию работа с КА позволяет получить стабильно работающие управляющие программы, в которых вероятность потери сигнала от внешнего источника (датчика) или переполнения стека из-за многократного попадания в процедуру обработки прерывания сведена к минимуму. Благодаря применению программных таймеров и высокой структурированности программы на КА легко расширяются, документируются, легко доступны для понимания программистам, не являющимся авторами программы (или тем же авторам, прервавшим на некоторое время работу с программой).

Для построения прошивок микроконтроллеров на основе конечных автоматов широко применяется Switch-технология, технология для реализации автоматного программирования (технология автоматного программирования была предложена А. А. Шалыто в 1991 г.). Она содержит в себе спецификацию, проектирование, реализацию, отладку, документирование и сопровождение программ. Под термином «автоматное программирование» понимается не только построение и реализация конечных автоматов, но и проектирование и реализация программ в целом, поведение которых описывается автоматами.

Основная идея подхода состоит в том, что программы предлагается создавать в таком же виде, в каком производится автоматизация технологических (и не только) процессов.

При этом, анализируя область, в которой будет использована данная программа, выделяются источники входных воздействий и объекты, построенные по теории конечного автомата. Они содержат в себе систему управления (взаимодействующие автоматы) и объект управления. Этот объект реализует выходные воздействия и формирует значения второй разновидности входных воздействий, которые от него передаются по обратным связям к системе управления. Объект управления может быть физическим или являться программой. В первом случае его логика изменена быть не может, а во втором — она, при необходимости, практически вся может быть вынесена в автоматы. С помощью switch-технологии могут быть реализованы как объекты управления, так и система управления в целом.

Парадигма автоматного программирования состоит в представлении программ как систем автоматизированных объектов. Приведем пример кода библиотеки для управления светодиодом.

```
#define LEDOFF 0
#define LEDON 1
#define LEDTGL 2
uint8_t led_fsm_state;
void led_fsm_init(void);
void led_fsm_process(void);
```

**Листинг 1. Заголовочный файл библиотеки.** В заголовочном файле библиотеки (Листинг 1) задается переменная `led_fsm_state`, хранящая состояние светодиода. Макросы `LEDOFF`, `LEDON` и `LEDTGL` являются синонимами для обозначения состояний выключения, включения и мигания. Более сложные объекты могут иметь десятки различных состояний. В основном коде программы в функциях переменная состояния может изменять свое значение, например, в обработчике реакции на нажатие кнопки значение переменной может измениться с `LEDOFF` на `LEDON`. Также в заголовочном файле объявлены прототипы функций инициализации автомата и обработки его состояния.

```
#include "led-fsm.h"
void led_fsm_init(void) {
    LED_DDR |= (1<<LED_BIT);
    led_fsm_state = LEDOFF;
    ResetTimer(LED_TIMER);
}
void led_fsm_process(void) {
    switch (led_fsm_state) {
        case LEDOFF: LED_PORT &= ~(1<<LED_BIT); break;
        case LEDON: LED_PORT |= (1<<LED_BIT); break;
        case LEDTGL: LED_PORT ^= (1 << LED_BIT); break;
    }
}
```

**Листинг 2. Библиотека управления светодиодом.** В файле библиотеки (Листинг 2) находятся реализации функций. Функция инициализации предназначена для перевода нужной линии порта в состояние выхода и задания стартового значения для состояния автомата. Помимо этого, инициализируется и останавливается программный таймер, необходимый для реализации автоматического переключения состояния диода.

Функция обработки состояния содержит переключательную конструкцию, в которой проверяется текущее значение переменной состояния светодиода и к нему приводится в соответствие физическое состояние самого светодиода.

Таким образом, простым методом можно добиваться высокой структурированности управляющих программ для микроконтроллеров, что упрощает и удешевляет их разработку и облегчает процесс отладки и поддержки.

УДК 634.0.813

Методом ИК-Фурье-спектроскопии были изучены изменения древесины при поражении осиновым трутовиком. Показано, что поражение древесины осиновым трутовиком (*Phellinus tremulae* (Bond.) Bond. Et. Boriss.) приводит к деструкции ксилемного вещества и изменениям в химическом составе древесины, в частности, в составе и количестве функциональных групп, что отражается на спектральных характеристиках древесины в инфракрасном диапазоне. Наблюдаются изменения в положении максимумов основных полос пропускания в ИК спектрах диффузионного отражения — полос валентных колебаний гидроксильных, метиленовых (метиновых), карбонильных групп, изменения в соотношении интенсивностей полос скелетных колебаний ароматических структур лигнина.

**Ключевые слова:** древесина, ИК Фурье спектроскопия целлюлоза, осиновый трутовик полосы пропускания, гидроксильные, метиленовые, карбонильные группы, ароматические структуры.

**В. А. Демин,**  
доктор химических наук, профессор  
(Сыктывкарский лесной институт)

**Е. У. Ипатова,**  
научный сотрудник  
(Институт химии Коми НЦ УрО РАН)

**Л. М. Пахучая,**  
старший преподаватель  
(Сыктывкарский лесной институт)

### **ИК ФУРЬЕ СПЕКТРОСКОПИЯ ДРЕВЕСИНЫ ОСИНЫ, ПОРАЖЕННОЙ ОСИНОВЫМ ТРУТОВИКОМ PHELLINUS TREMULAE (BOND.) BOND. ET BORRIS.)**

Массовая пораженность осины сердцевинной гнилью ствола долгие годы является одной из проблем мягколиственного осинового хозяйства лесного сектора экономики Республики Коми. Белая полосатая ядровая гниль вызывается двумя грибами: ложным осиновым трутовиком (*Phellinus tremulae* (Bond.) Bond. Et. Boriss.) и ложным трутовиком *Phellinus igniarius* (L. ex Fr.) Quel [1—3].

Для разработки направлений и способов технического использования древесины, деструктированной ферментативными системами грибов необходимо изучение ее физико-химических, в т. ч. спектральных, свойств. ИК Фурье спектроскопия позволяет оценивать качественные изменения функционального состава древесины.

Цель работы — изучение изменений ИК Фурье спектров древесины осины (*Pópuslus trémula*) при глубоком поражении осиновым трутовиком.

В качестве объекта исследования были использованы образцы здоровой и пораженной древесины (3-я стадия), заготовленной в Сысольском районе.

Идентификация гриба проведена по наличию плодового тела на остатках ствола (Zabel R.A. Morrell : по [2]).

ИК-спектры исходной здоровой древесины осины *Pópulus trémula* и древесины, пораженной осиновым трутовиком *Phellinus tremulae* (Bond.) Bond. Et. Boriss.) регистрировали с помощью ИК Фурье спектрометра Prestige-21 с разрешением  $4 \text{ см}^{-1}$  в области  $4000\text{—}400 \text{ см}^{-1}$  (20 скан) в режиме диффузионного отражения (ДО). Сухие пробы целлюлозы смешивали с кристаллическим KBr (2 мг целлюлозы на 10 мг KBr), помещали в приставку ДО и регистрировали спектры отражения. Обработку спектральных данных осуществляли по программе, включающей преобразование Кубенки-Мунка, поставляемой фирмой Shimadzu с прибором. Спектральные характеристики представлены в таблице, а спектры здоровой и пораженной трутовиком древесины — на рис. 1 и 2.

Спектральные характеристики здоровой древесины осины и древесины, пораженной осиновым трутовиком

Отнесение полосы	Образец	Максимумы полос пропускания, $\text{см}^{-1}$	Изменения
Валентные колебания гидроксильных групп ( $\nu_{\text{OH}}$ )	Здоровая древесина	3418	—
	Пораженная древесина	3422 3385	Увеличение разрешения и уширение полосы
Валентные колебания групп СН и $\text{СН}_2$ ( $\nu_{\text{СН}_2, \text{СН}}$ )	Здоровая древесина	2916	—
	Пораженная древесина	2903	Батохромный сдвиг на $13 \text{ см}^{-1}$
Валентные колебания карбонильных групп ( $\nu_{\text{CO}}$ )	Здоровая древесина	1740	—
	Пораженная древесина	1740	без изменений
Скелетные колебания ароматического кольца лигнина	Здоровая древесина	1595	$1503 < 1595 \text{ см}^{-1}$
		1503	
	Пораженная древесина	1597	$1503 > 1597 \text{ см}^{-1}$
		1506	

ИК Фурье спектр диффузионного отражения (ДО) здоровой древесины осины характеризуется следующими наиболее важными полосами пропускания [4]:

- широкой полосой валентных колебаний гидроксильных групп ( $\nu_{\text{OH}}$ ) с максимумом  $3418 \text{ см}^{-1}$ ;
- ярко выраженной полосой валентных колебаний групп СН и  $\text{СН}_2$  ( $\nu_{\text{СН}_2, \text{СН}}$ ) с максимумом при  $2916 \text{ см}^{-1}$ ;
- сильной полосой валентных колебаний карбонильных групп ( $\nu_{\text{CO}}$ ) с максимумом при  $1740 \text{ см}^{-1}$ . Карбонильные группы могут быть в составе карбоксильных, кетонных, альдегидных групп, характерных для гемицеллюлоз и лигнина;
- полосами около  $1595$  и  $1503 \text{ см}^{-1}$ , характерными скелетных колебания ароматического кольца лигнина, которые в работе [4] предложено использовать для получения количественного анализа содержания лигнина [4];

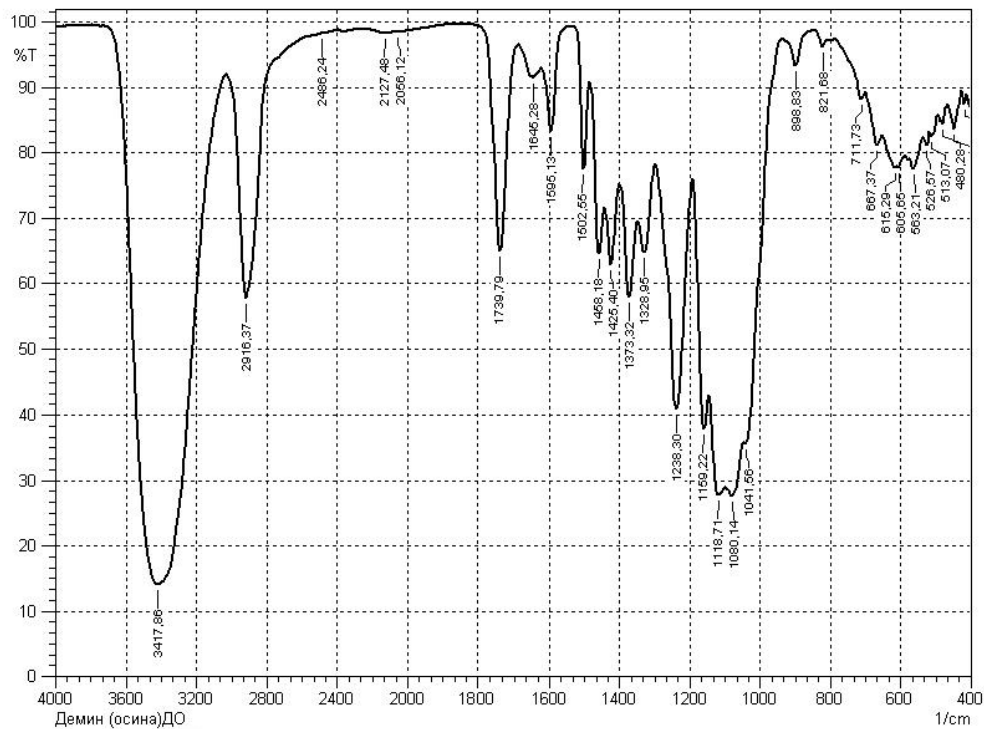


Рис. 1. ИК Фурье ДО спектр здоровой древесины осины *Picea tremula*

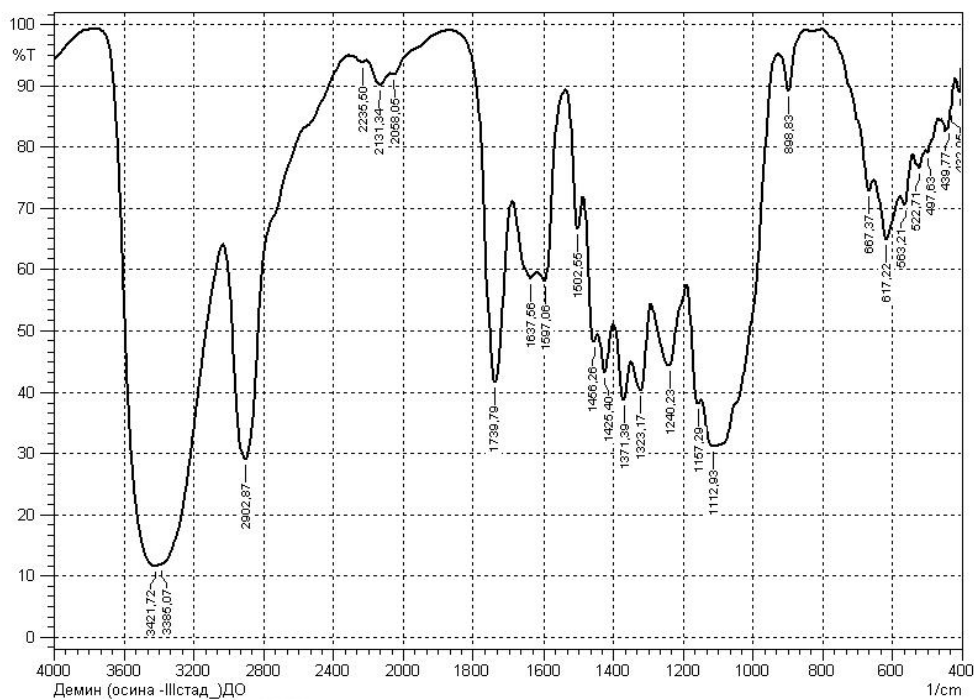


Рис. 2. ИК Фурье спектр ДО пораженной осиновым трутовиком трутовиком *Phellinus tremulae* (Bond.) древесины осины

В результате глубокого поражения осины сердцевинной гнилью, вызываемой осиновым трутовиком, происходит деструкция древесной ткани, неравномерное разрушение компонентов ксилемы ферментативным комплексом гриба *Phellinus tremulae*, что отражается на спектральных характеристиках древесины (см. рис. 2).

ИК Фурье спектр ДО пораженной древесины осины, претерпевает следующие изменения по сравнению со спектром здоровой древесины:

– максимум полосы валентных колебаний гидроксильных групп ( $\nu_{OH}$ ) становится более разрешенным, обозначаются слабо выраженных два максимума (3422 и 3385  $\text{см}^{-1}$ ), полоса становится несколько шире;

– для полосы валентных колебаний групп  $\text{C-H}$  и  $\text{C-H}_2$ ; наблюдается батохромный сдвиг на 13  $\text{см}^{-1}$  (в сторону низких частот, т.е. к меньшим значениям волновых чисел, до 2903  $\text{см}^{-1}$ ).

– не изменяется положение максимума полосы валентных колебаний карбонильных групп ( $\nu_{CO}$ ) при 1740  $\text{см}^{-1}$ ,

– больше становятся интенсивности полос деформационных (скелетных) колебаний ароматических структур лигнина – 1595 и 1506  $\text{см}^{-1}$ .

Особенность изменений в спектрах состоит в том, что в здоровой древесине полоса около 1503  $\text{см}^{-1}$  имеет большую интенсивность, чем 1595  $\text{см}^{-1}$ , а в деструктурированной древесине полоса скелетных колебаний ароматического кольца 1595  $\text{см}^{-1}$  значительно более интенсивна, чем 1506  $\text{см}^{-1}$ .

**Заключение.** Таким образом, поражение древесины осиновым трутовиком (*Phellinus tremulae* (Bond.) Bond. Et. Boriss.) приводит к деструкции ксилемного вещества и изменениям в химическом составе древесины, в частности, в составе, количестве и соотношении функциональных групп, что приводит к изменениям спектральных характеристик древесины в инфракрасном диапазоне. Наблюдаются изменения максимумов основных полос пропускания в ИК спектрах диффузионного отражения, изменения в соотношении интенсивностей полос ароматических структур лигнина.

#### Библиографический список

1. Крутов, В. И. Грибные болезни древесных пород [Текст] : учеб. пособие для студентов лесных вузов и слушателей факультетов повышения квалификации по специальности «Лесное и лесопарковое хозяйство» / В. И. Крутов, И. И. Минкевич. — Петрозаводск : Карел. науч. центр РАН, 2002. — 196 с.

2. Соловьев, В. А. Дереворазрушительная способность грибов: методы определения, эскизные модели и их параметры [Текст] / В. А. Соловьев, О. Н. Малышева // Грибные сообщества лесных экосистем. Т. 2. — Петрозаводск : Карел. науч. центр РАН, 2004. — С. 197—220.

3. Семенкова, И. Г. Лесная фитопатология [Текст] / И. Г. Семенкова, Э. С. Соколова. — Москва : Academia, 2003. — 480 с.

4. Хвиюзов, С. С. Оценка содержания лигнина в древесине методом ИК Фурье спектроскопии [Текст] / С. С. Хвиюзов, К. Г. Боголицын, М. А. Гусакова, И. Н. Зубов // Фундаментальные исследования. — 2015. — № 9 (часть 1). — С. 87—90.

Из золы Воркутинской ТЭЦ в результате гидротермальной реакции синтезированы несколько видов цеолитов: анальцим, цеолиты типа фожазита и жисмондина. Установлено, что широкопористые цеолиты образуются при температуре 90—100 °С, увеличение температуры реакции приводит к образованию средне- и узкопористых типов. На тип цеолита и его содержание в продуктах реакции оказывают значимое влияние продолжительность реакции и концентрация щелочи. Синтезированные цеолиты рекомендуются для использования в качестве сорбентов.

**Ключевые слова:** зола уноса, цеолиты, сорбенты, химический состав, электронная микроскопия, рентгеноструктурный анализ

**О. Б. Котова,**

доктор геолого-минералогических наук, профессор;

**Л. С. Кочева,**

доктор химических наук, профессор

(Институт геологии Коми НЦ УрО РАН;

Сыктывкарский государственный

университет им. Питирима Сорокина)

**Д. А. Шушков,**

кандидат геолого-минералогических наук

(Институт геологии Коми НЦ УрО РАН)

## РАЗРАБОТКА СОРБЕНТОВ НА ОСНОВЕ ЗОЛЫ УНОСА ТЭЦ <sup>7</sup>

Эффективными сорбентами и ионообменниками являются природные и синтетические цеолиты, уникальные физико-химические и физико-механические свойства которых делают их незаменимыми для регенерации почвы, обработки кислых шахтных вод, водоочистки, в особенности для удаления ионов аммония, тяжелых металлов, органических веществ, для сорбции изотопов  $Cs^{137}$ ,  $Cs^{134}$ ,  $St^{90}$ ,  $Co^{60}$ ,  $Mn^{54}$ , содержащихся в радиоактивных растворах [1—4]. Цеолитовые породы используются для захоронения радиоактивных отходов, поскольку они избирательно сорбируют изотопы рубидия, цезия, стронция, кобальта, бария, кальция, хрома из жидких радиоактивных отходов [5]. Положительной характеристикой таких материалов является их высокая химическая и радиационная устойчивость и селективность при сорбции из водных сред [6].

Перспективным сырьевым источником для получения синтетических цеолитов может служить зола уноса — крупнотоннажный промышленный отход процесса сжигания угля на теплоэлектростанциях и теплоэлектроцентралях. В настоящее время зола утилизируется на 20—50 %, остальное количество складывается в золоотвалах.

Для экспериментов использовалась летучая зола теплоэлектроцентрали г. Воркута, Республика Коми. Рентгенофазовыми исследованиями были выявлены кварц ( $SiO_2$ ) и муллит ( $3Al_2O_3 \cdot 2SiO_2$ ), в выделенной магнитной фракции

<sup>7</sup> Работа выполнена при финансовой поддержке Программ УрО РАН (проект 15-11-5-33).



диагностированы магнетит ( $\text{FeO} \cdot \text{Fe}_2\text{O}_3$ ) и гематит ( $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ). Основными компонентами химического состава являются оксиды кремния (57,78 %) и алюминия (18,25 %), содержание оксидов железа около 9,0 %, оксидов остальных элементов — 7,42 %, потери при прокаливании — 7,90 % (таблица).

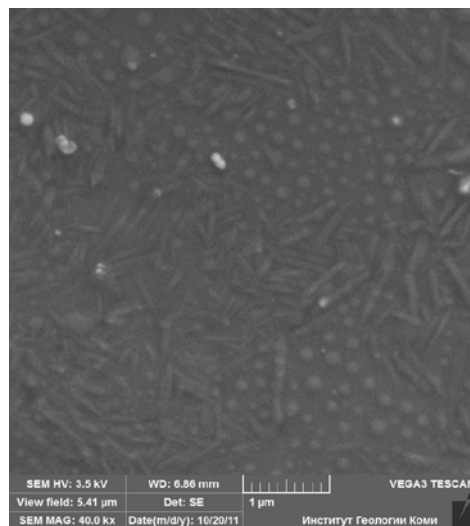
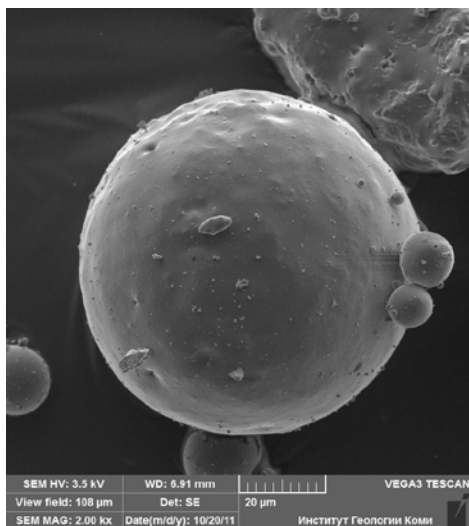
Химический состав золы теплоэлектростанции  
(г. Воркута, Республика Коми) по данным силикатного анализа

Компонент	Содержание, %	Компонент	Содержание, %
$\text{SiO}_2$	57,78	$\text{CaO}$	1,63
$\text{TiO}_2$	1,04	$\text{Na}_2\text{O}$	0,91
$\text{Al}_2\text{O}_3$	18,25	$\text{K}_2\text{O}$	1,29
$\text{Fe}_2\text{O}_3$	5,95	$\text{P}_2\text{O}_5$	<0,1
$\text{FeO}$	2,70	п.п.п.	7,90
$\text{MnO}$	0,03	Сумма	100,00
$\text{MgO}$	2,52	$\text{CO}_2$	<0,1

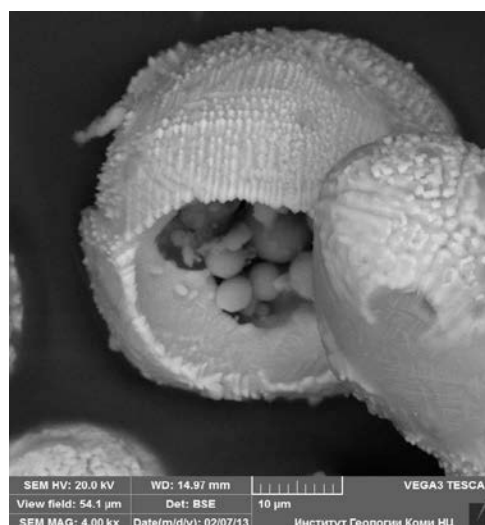
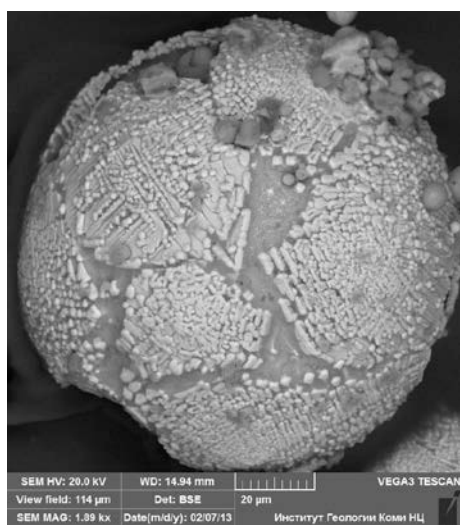
Морфологически зола представлена глобулами (рис. 1 и 2), которые по химическому составу разделяются на алюмосиликатные и железосодержащие. По данным микронного анализа, алюмосиликатные глобулы характеризуются высоким содержанием кремнезема (41,82—61,27 %) и глинозема (17,03—22,8 %), в них также присутствуют оксиды железа (до 8,31 %), магния (до 4,83 %), калия (до 3,05 %), титана (до 1,04 %) и натрия (до 0,93 %). Размер глобул варьирует от нескольких до ста микрометров, на поверхности наблюдаются пузырьки и удлиненные образования (рис. 1, б).

На поверхности железосодержащих глобул, как видно на рис. 2, а, б, наблюдаются как ровные участки, так и скелетные формы, которые значительно отличаются друг от друга по химическому составу. Скелетные формы характеризуются высоким содержанием оксидов железа (68,14—74,66 %) и небольшими количествами кремнезема (1,06—6,22 %), глинозема (1,33—4,17 %) и оксида кальция (0,48—3,59 %). На ровных участках содержание оксидов железа значительно снижается (19,29—31,81 %), содержание кремнезема и глинозема увеличивается (27,1—37,86 и 2,06—6,22 %, соответственно), часто в большом количестве присутствует кальций (10,45—25,3 %). Размер варьирует от нескольких до десятков мкм. Кроме того, часто встречаются глобулы, внутри которых также содержатся глобулы меньшего размера, по химическому составу как алюмосиликатные, так и железосодержащие (рис. 2, б).

Проведены две серии экспериментов. В первой серии было исследовано влияние температуры гидротермальной реакции на синтез цеолитов (температура реакции 80, 95, 140 и 180 °С, продолжительность реакции 12 ч, отношение  $\text{NaOH} : \text{зола} = 1:1$ , концентрация  $\text{NaOH}$  3,0 моль/дм<sup>3</sup>). Во второй серии экспериментов изучено влияние продолжительности реакции и концентрации щелочи на процесс синтеза (температура реакции 140 °С, продолжительность реакции 2, 4, 6 и 8 ч, отношение  $\text{NaOH} : \text{зола} = 1:1$ , концентрация  $\text{NaOH}$  1,5, 3,0 и 4,5 моль/дм<sup>3</sup>).



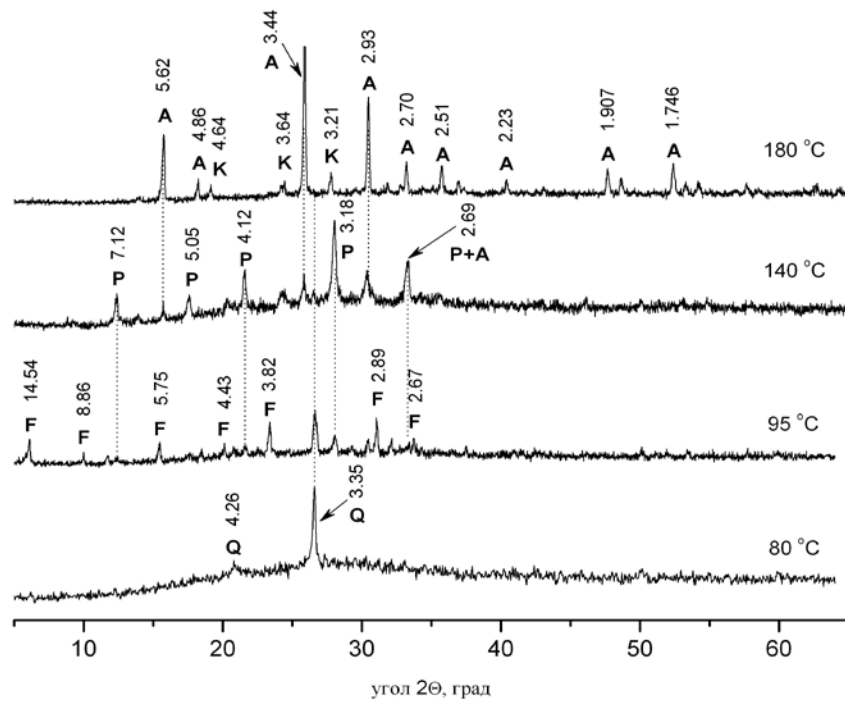
*а* *б*  
**Рис. 1.** Поверхность алюмосиликатной глобулы



*а* *б*  
**Рис. 2.** Поверхность железосодержащих глобул

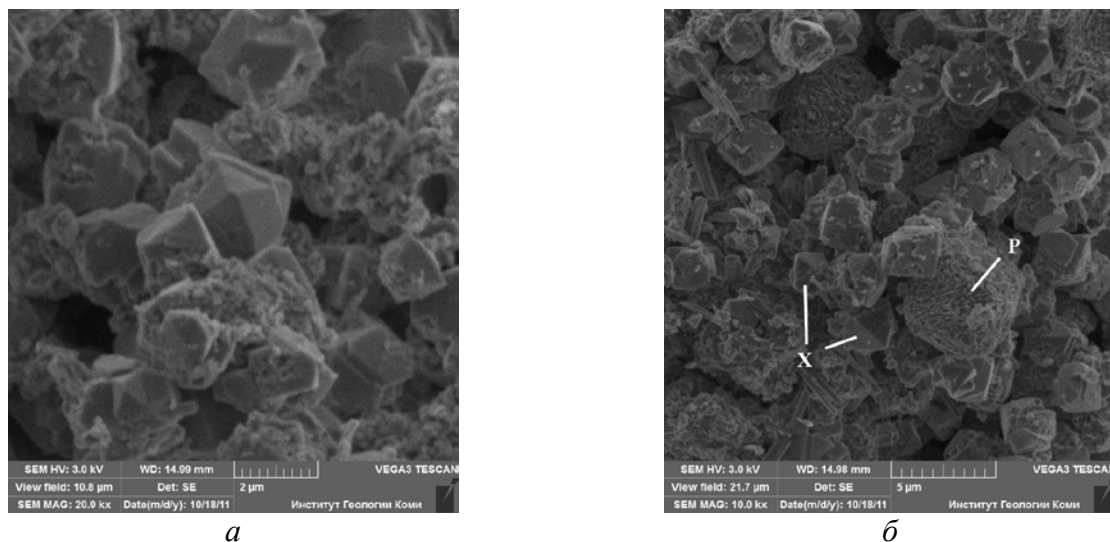
В результате реакции при температуре 80 °С были диагностированы интенсивные рефлексы кварца, никаких новообразованных фаз не обнаружено (рис. 3). Электронно-микроскопическими исследованиями выявлены многочисленные глобулы, разрушенные при воздействии щелочного раствора.

При повышении температуры реакции до 95 °С интенсивность рефлексов кварца снижается, то есть происходит его растворение в щелочном растворе. Наряду с кварцевыми выявлены интенсивные рефлексы, соответствующие цеолиту фожазитового типа (цеолиту X), и слабые, характерные для цеолита жисмондинового типа (цеолиту P). По отношению Si/Al полученные цеолиты являются низкокремнистыми: кремнеалюминиевый модуль цеолита X варьирует от 1,51 до 1,57, цеолита P — от 1,65 до 1,69. На СЭМ-изображениях наблюдаются многочисленные кристаллы цеолита X октаэдрической формы размером 1—3 мкм (рис. 4, *а*, *б*). Кристаллы цеолита P имеют округлую форму, их размер около 5 мкм (рис. 4, *б*).

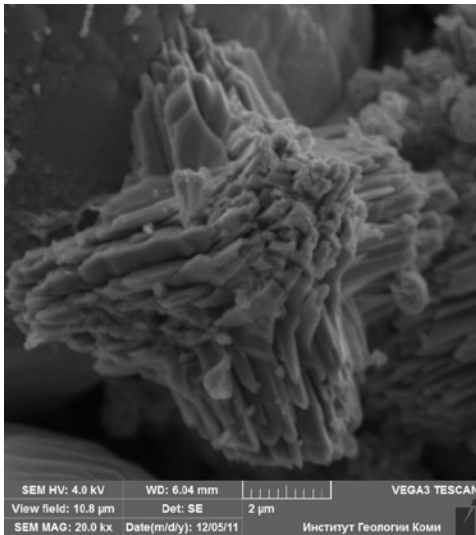


**Рис. 3.** Дифрактограммы продуктов гидротермальной реакции продолжительностью 12 ч, температура реакции 80, 95, 140 и 180 °С (Q — кварц, F — цеолит фожазитового типа, P — цеолит жисмондинового типа, A — анальцим, K — канкринит). Межплоскостные расстояния приведены в Å

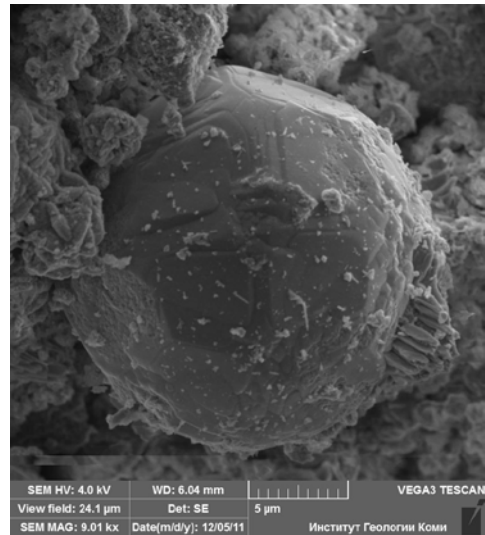
На дифрактограммах продуктов реакции, полученных при температуре 140 °С, диагностированы цеолит P и анальцим, также присутствуют слабые рефлексы кварца. Цеолит P является более высококремнистым по сравнению с фазой, полученной при температуре 95 °С: отношение Si/Al незначительно изменяется от 1,93 до 1,94. Кремнеалюминиевый модуль анальцима варьирует от 2,12 до 2,21. Как видно на СЭМ-изображениях, цеолит P образует скелетные кристаллы размером 10—15 мкм (рис. 5, а). Наблюдаются кристаллы анальцима размером 15—20 мкм (рис. 5, б).



**Рис. 4.** Продукты гидротермальной реакции при температуре 95 °С: а — скопление кристаллов цеолита X; б — кристаллы цеолитов X и P



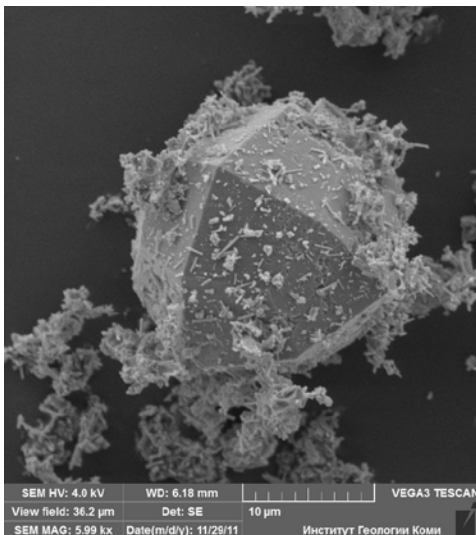
*a*



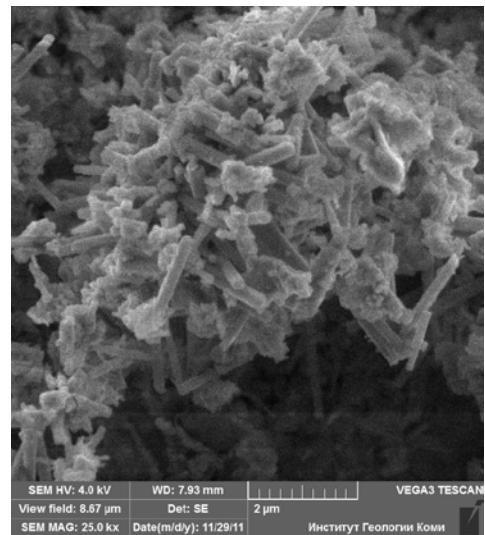
*б*

**Рис. 5.** Продукты гидротермальной реакции при температуре 140 °С:  
*a* — единственный кристалл цеолита Р; *б* — кристаллы анальцима и цеолита Р

В результате реакции при температуре 180 °С образуются анальцим и канкринит, рефлексы кварца на дифрактограмме не диагностированы. Отношение Si/Al анальцима изменяется от 2,00 до 2,15. Как видно из рис. 6, *a*, кристаллы анальцима образованы гранями тетрагонтриоктаэдра, их размер варьирует от 15 до 25 мкм. Кристаллы канкринита столбчатой формы длиной до 2 мкм и порядка 200—300 нм в поперечнике (рис. 6, *б*) часто наблюдаются на поверхности анальцима, что говорит о более поздней кристаллизации канкринита.



*a*



*б*

**Рис. 6.** Продукты гидротермальной реакции при температуре 180 °С:  
*a* — единственный кристалл анальцима; *б* — скопление кристаллов канкринита

Полученные результаты показывают, что температура реакции влияет на тип синтезируемого цеолита. Увеличение температуры реакции приводит к образованию более узкопористых цеолитов: при температуре 95 °С образуются широкопористые цеолиты X, при 140 °С — среднепористые цеолиты Р и при 180 °С — узкопористый анальцим.

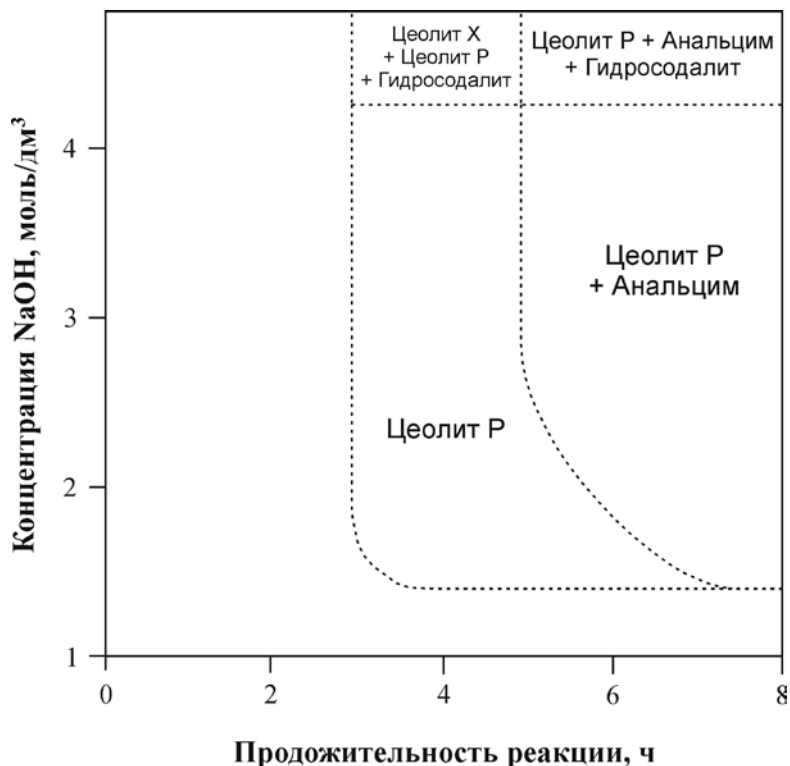


Рис. 7. Приблизительное поле кристаллизации цеолитов

Во второй серии экспериментов оценивалось влияние продолжительности реакции и концентрация щелочи на тип цеолита и его содержание в продуктах реакции. В результате построено приблизительное поле кристаллизации цеолитов и других фаз (гидросодалита) при температуре 140 °С, продолжительности реакции от 2 до 8 ч, концентрации 1,5, 2,9 и 4,5 М NaOH.

Как видно на рис. 7, широкопористые цеолиты Х образуются в результате 4-часовой реакции при высокой концентрации щелочного раствора (4,5 моль/дм³). Увеличение продолжительности реакции приводит к исчезновению метастабильных фаз цеолита Х и появлению более термодинамически устойчивых — сначала цеолита Р, а затем анальцима.

Цеолит Р кристаллизуется в широком диапазоне условий реакции. В тоже время поля кристаллизации анальцима и цеолита Р существенно перекрываются, то есть при одних и тех же условиях гидротермальной реакции образуется смесь цеолитов в различных количественных отношениях. Повышение концентрации щелочи приводит к увеличению содержания узкопористых фаз (анальцима) по сравнению с цеолитом Р, а также способствует образованию нецеолитовой фазы — гидросодалита.

Таким образом, в результате гидротермальной реакции при температуре от 80 до 180 °С из золы Воркутинской ТЭЦ синтезированы несколько видов цеолитов: анальцим, цеолиты типа фожазита и жисмондина. Установлено, что широкопористые цеолиты образуются при температуре 90—100 °С, увеличение температуры реакции приводит к образованию средне- и узкопористых типов. Показано, что на тип цеолита и его содержание в продуктах реакции оказывают значимое влияние продолжительность реакции и концентрация щелочи. В ре-

зультате серии экспериментов было построено приблизительное поле кристаллизации цеолитов и других фаз. Полученные цеолиты могут быть рекомендованы как сорбенты экотоксикантов различных классов.

#### Библиографический список

1. Сорбционно-селективные свойства некоторых синтетических цеолитов в отношении радионуклидов  $^{90}\text{Sr}$  и  $^{137}\text{Cs}$  [Текст] / А. П. Красноперова, Г. Д. Южно, Л. Т. Лебедева, Н. В. Далецкая, А. Ю. Лонин // Вісник ХНУ. Сер. Хім.– 2002. — Т. 532, № 7. — С. 143—148.
2. Модифицированные природные цеолиты как многофункциональные ионообменники для решения экологических задач [Текст] / В. А. Никашина, Э. М. Кац, И. Б. Серова, П. А. Гембицкий // Сорбционные и хроматографические процессы, 2004. — Т. 4, № 5. — С. 579—591.
3. Lonin, A. Yu. Investigation of radionuclide  $^{137}\text{Cs}$  sorption by natural and synthetic zeolites [Text] / A. Yu. Lonin, A. P. Krasnopyrova // Problems of atomic science and technology. — 2004. — V. 5. Series: Nuclear Physics Investigations, № 44. — P. 82—84.
4. Study of absorption properties of modified zeolites [Текст] / R. G. Gevorgyan, H. H. Sargsyan, G. G. Karamyan, Y. M. Keheyan, H. N. Yeritsyan, A. S. Hovhannesyan, A. A. Sahakyan // Chemie der Erde. — 2002. — № 62. — P. 237—242.
5. Синцов, А. В. Возможности цеолитовых технологий в утилизации и захоронении отходов [Текст] / А. В. Синцов, С. Н. Коваленко // Записки кафедры географии естественно-географического факультета ИГПУ. Вып. 1. — Иркутск : ИГПУ, 2004. — С. 76—81.
6. Мясоедова, Г. В. Сорбционные материалы для извлечения радионуклидов из водных сред [Text] / Г. В. Мясоедова, В. А. Никашина // Журнал Российского химического общества им. Д. И. Менделеева, 2006. — Т. 1, № 5. — С. 55—63.

Проведено изучение скорости реакции диоксида хлора с остаточным лигнином в нейтральной среде — области рН около 7,0. В нейтральной среде значение константы скорости реакции примерно в два раза выше, чем для той же целлюлозы в слабокислой среде ( $16388 \pm 814 \text{ M}^{-1}\text{c}^{-1}$  против  $7250 \pm 350 \text{ M}^{-1}\text{c}^{-1}$ ).

**Ключевые слова:** потенциометрия, окислительно-восстановительный потенциал, сульфатная целлюлоза, остаточный лигнин, диоксид хлора, кинетика реакции, константа скорости, нейтральная среда.

**К. С. Мухрыгин,**  
младший научный сотрудник  
(Институт химии Коми НЦ УрО РАН)

**П. М. Рогожин,**  
ТТФ, спец. «ХТ», 4 курс;

**В. А. Дёмин,**  
доктор химических наук, профессор  
(Сыктывкарский лесной институт)

## **КИНЕТИКА РЕАКЦИИ ДИОКСИДА ХЛОРА С ОСТАТОЧНЫМ ЛИГНИНОМ ЛИСТВЕННОЙ СУЛЬФАТНОЙ ЦЕЛЛЮЛОЗЫ В НЕЙТРАЛЬНОЙ СРЕДЕ**

Реакция диоксида хлора с остаточным лигнином лиственной сульфатной целлюлозы является весьма сложной и лежит в основе процессов комбинированной отбелики технической целлюлозы [1]. Все реакции лигнина с кислородными соединениями хлора протекают в условиях кислотно-основного катализа, для них характерна также полихронность (которая осложняет изучение кинетики), что связано с физической, химической, молекулярной неоднородностью лигнинов [2]. Процесс отбелики целлюлозы ведут в кислой и слабокислой среде. Особенностью реакции диоксида хлора является то, максимальная скорость его расходования на отбелку целлюлозы наблюдается в нейтральной среде, что установлено ранее с применением кинетической модели первого порядка [3]. В литературе имеются также данные, полученные по модели второго в кислой среде [4].

Цель данной работы заключается в изучении кинетики реакции диоксида хлора с небеленой сульфатной целлюлозой в нейтральной среде по модели второго порядка.

Эксперимент проводили с диоксидом хлора, полученного в промышленных условиях по технологии «НР—А» на АО «Монди СЛПК» (восстановлением хлората пероксидом водорода в сильноокислой среде). В качестве лигноцеллюлозного материала использована небеленая лиственная сульфатная целлюлоза, жесткостью 10,5 ед. Каппа, отобранная с производственного потока после кислородно-щелочной делигнификации. Дополнительная подготовка целлюлозы к исследованию включала промывку в лабораторных условиях дистиллиро-

ванной водой на воронке Бюхнера, размешивание суспензии электромеханической мешалкой, получение отливок и их сушку до воздушно сухого состояния.

Потенциометрические измерения осуществляли с помощью прибора Мульти-тест ИПЛ-103, оснащенного комбинированным электродом типа ЭСК-10601/7 и подключенного к персональному компьютеру. Данные измерений записывались при помощи программного обеспечения поставляемого с прибором.

**Концентрация остаточного лигнина** в суспензии целлюлозы [L], М (моль/л) рассчитывали по формуле [5]:

$$[L] = \text{число Каппа} \times 0,15 \times G \times K_{\text{сух}} / V_0 \times 100 \times M_{\text{ФПЕ}},$$

где 0,15 и 100 — коэффициенты для пересчета числа Каппа в % и долю лигнина; G — навеска целлюлозы, г;  $K_{\text{сух}}$  — константа сухости (0,95);  $V_0$  — объем суспензии, 0,100 л;  $M_{\text{ФПЕ}} = 182,5$  Да — молекулярная масса ФПЕ лигнина [12].

Итого для навески равной 0,1000 г (взятой на аналитических весах с 4-м знаком):

$$[L] = 10,5 \times 0,15 \times 0,1001 \times 0,95 / 0,100 \times 100 \times 182,5 = 0,82068 \times 10^{-4} \text{ М.}$$

Навески воздушно-сухой лиственной сульфатной целлюлозы варьировали от 0,100 до 0,300 г с шагом 0,050 г.

Массы навесок и значения концентрации остаточного лигнина приведены в табл. 1

**Концентрацию диоксида хлора** в начальный момент времени рассчитывали по формуле:

$$[\text{ClO}_2] = C(\text{ClO}_2) \times V(\text{ClO}_2) / M(\text{ClO}_2) \times V_{\text{общ}},$$

где  $C(\text{ClO}_2)$  — концентрация в г/л (0,63) очищенного от хлора диоксида хлора;  $V(\text{ClO}_2)$  — объем диоксида хлора, дозированный автоматической микропипеткой, л ( $0,100 \times 10^{-3}$ );  $M(\text{ClO}_2)$  — молекулярная масса диоксида хлора (67,5 Да);  $V_{\text{общ}}$  — общий объем реакционной смеси (100 мл = 0,100 л).

Итого:

$$2,47 \text{ г/л} \times 0,150 \times 10^{-3} \text{ л} / 67,5 \text{ г/М} \times 0,100 \text{ л} = 0,54889 \times 10^{-5} \text{ М} \approx 0,05489 \text{ Е-4 М.}$$

Условия опытов и значения начальных концентраций диоксида хлора в реакторе приведены в табл. 1.

**Методика эксперимента.** Навеску целлюлозы размешивали в стакане с водой с помощью магнитной мешалки (15 мин) до однородного состояния, доводили общий объем до 100 мл, устанавливали электроды, включали режим «измерение» и запись в виртуальный журнал компьютерной программы, величину рН доводили (гидроксидом натрия, соляной кислотой) до заданной и с помощью микропипетки подавали раствор диоксида хлора (100 мкл). Температура 25 °С. Содержание (т. е. концентрацию) лигнина в реакционной смеси варьировали путем изменения навески небеленой целлюлозы.



**Таблица 1.** Условия опытов потенциометрии

№ серии	Навеска воздушно-сухой целлюлозы, г	Константа скорости $K_{\text{сyx}}$	Навеска абс. сухой целлюлозы, г	Начальная концентрация лигнина $[L]_0$ , $M \times 10^4$	Расход раствора диоксида хлора конц. 2,47 г/л, мл ( $\times 10$ )	Начальная концентрация диоксида хлора $[ClO_2]_0 \times 10^4$
1	0,1001	0,950	0,0951	0,8207	0,90	0,3293
2	0,1501		0,1426	1,2306	0,90	0,3293
3	0,2001		0,1901	1,6414	0,90	0,3293
4	0,2501		0,2376	2,0515	0,90	0,3293
5	0,3000		0,2850	2,4596	0,90	0,3293

**Анализ потенциометрических кривых редокс пары  $ClO_2/ClO_2^-$  в нейтральной среде ( $pH \approx 7,0$ ).** Серия измерений 1. Зависимость « $\varphi$  —  $\tau$ » при массе навески лиственной сульфатной целлюлозы 0,1001 г,  $pH \approx 7,0$ ; концентрация остаточного лигнина в реакционной смеси  $0,8207 \times 10^{-4} M$ , диоксида хлора  $0,3293 \times 10^{-4} M$ . Температура 24,7 °С.

Общий вид потенциометрической кривой представлен на рис. 1. Фоновый уровень редокс потенциала на платиновом электроде до момента подачи диоксида хлора в перемешиваемую магнитной мешалкой суспензию целлюлозы составлял +467 мВ. При введении диоксида хлора значение потенциала быстро достигает максимума в 733 мВ и в результате протекания химической реакции начинает снижаться. Потенциометрическая кривая является полулогарифмической анаморфозой кинетической кривой расходования диоксида хлора на реакцию, поскольку  $\varphi \sim \lg[ClO_2]$ . Для расчета тангенса угла наклона кривой « $\varphi$  —  $\tau$ » выбираем наиболее прямой участок в области значений потенциала (+720 ÷ 680 мВ отн. хлорсеребряного электрода сравнения), характерных для растворов  $ClO_2$ . С помощью компьютерных программ строится уравнение прямой путем статистической обработки данных (метод наименьших квадратов). Вид расчетного участка приведен на рис. 2.

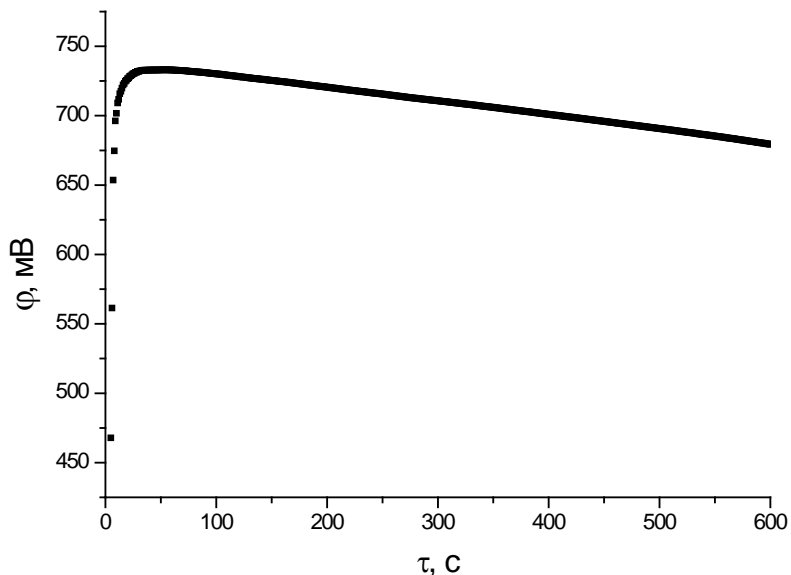
По 354 точкам измерений (N) получено уравнение прямой:

$$\varphi = (740,24 \pm 0,022) - (0,09867 \pm 6,37E-5) \cdot \tau.$$

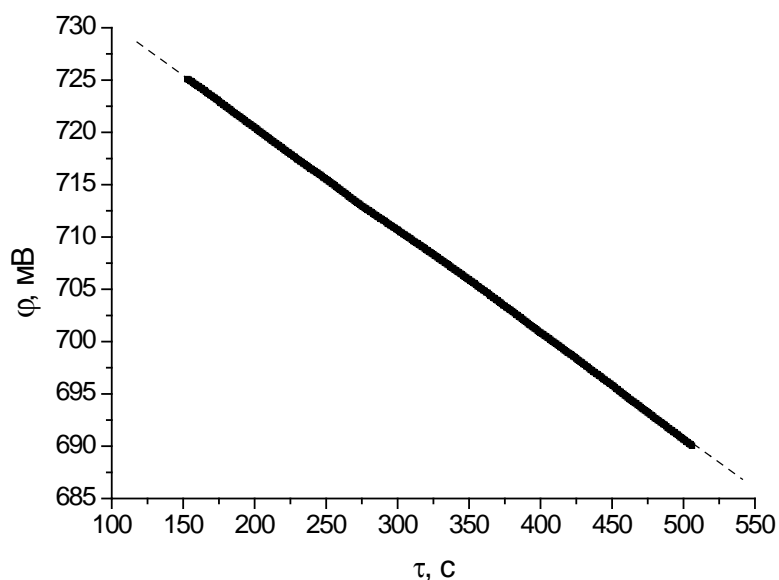
Коэффициент корреляции  $R = 0,9999$ , т. е. близок к единице.

Аналогичным образом были проведены опыты с навесками целлюлозы  $\approx 0,15$ ; 0,20; 0,25 и 0,30 г (с точностью до 4-го знака — см. табл. 1). Результаты приведены в табл. 2.

Далее проведен расчет значений константы скорости реакции второго порядка следующим образом. По данным табл. 2 строим зависимость эффективной константы скорости расходования диоксида хлора псевдопервого порядка от начальной концентрации остаточного лигнина в реакционной смеси  $[L]_0$  исходя из возможности линеаризации этой зависимости в координатах  $k_{\varphi}(I) — [L]_0$ . Тангенс угла наклона этой зависимости численно равен константе второго порядка  $k_{\varphi}(II)$ . Если взять все 5 серий опытов, то они плохо укладываются на одну прямую (рис. 3).



**Рис. 1.** Общий вид потенциометрической кривой (масса образца целлюлозы 0,1001 г)



**Рис. 2.** Участок линейаризации кривой «φ — τ»

**Таблица 2.** Начальные концентрации реагентов и статистические характеристики расчетов значений эффективных констант скоростей химической реакции по модели первого порядка

№ опыта	Начальная концентрация лигнина $[L]_0, 10^4 \text{ M}$	$[\text{ClO}_2]_0, \times 10^4 \text{ M}$	$k_{\text{эф}}(\text{I}) = (\text{B}), \text{ c}^{-1}$	$N$ (число точек линейаризации)	$R$ (коэф. корреляции)
1	0,82068	0,3293	$0,09867 \pm 6,37\text{E-}5$	354	0,999
2	1,23061		$0,4108 \pm 0,0020$	31	0,998
3	1,64054		$1,0167 \pm 0,0200$	15	0,997
4	2,05048		$1,6392 \pm 0,0430$	9	0,997
5	2,45959		$2,4413 \pm 0,0754$	7	0,998

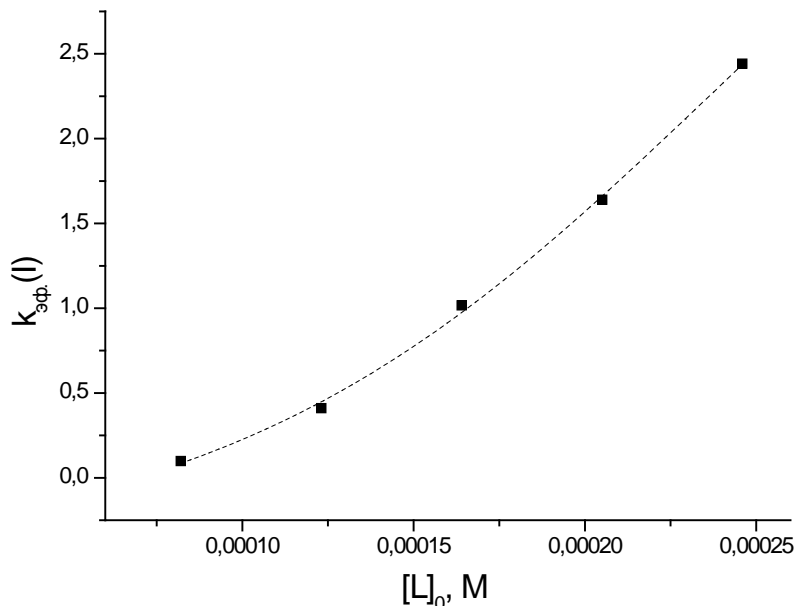


Рис. 3. Общий вид зависимости  $k_{эф}(I) — [L]_0$

Это вызвано тем, что при минимальной концентрации остаточного лигнина условие линейности зависимости  $k_{эф}(I) — [L]_0$ , а именно  $[L]_0 \gg [ClO_2]_0$  не вполне соблюдается. Поэтому для расчета  $k_{эф}(II)$  использованы 4 серии с большим избытком (от примерно четырехкратного) концентрации остаточного лигнина относительно концентрации диоксида хлора (рис. 4). Тангенс угла наклона равен численно  $k_{эф}(II) = 16388 \pm 814 \text{ M}^{-1}\text{s}^{-1}$ . Коэффициент корреляции  $R = 0,997$ .

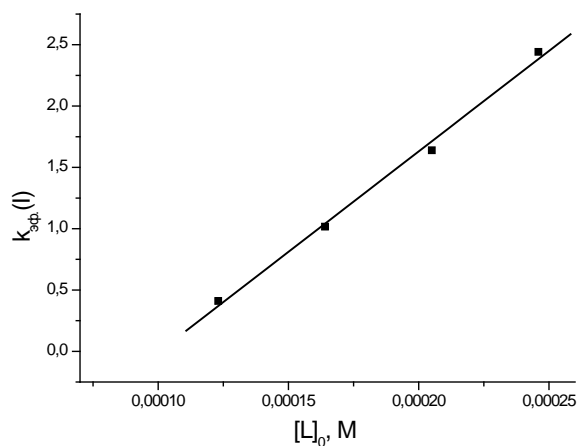


Рис. 4. Линейный участок зависимости  $k_{эф}(I) — [L]_0$

### Выводы:

1. Проведено изучение скорости поглощения диоксида хлора водной суспензией небеленой лиственной сульфатной целлюлозы в нейтральной среде.

2. В области рН около 7,00 потенциометрическим методом получены полулогарифмические анаморфозы кинетических кривых расходования диоксида хлора и определены константы скорости химической реакции псевдопервого порядка  $k_{эф}(I)$  по тангенсу угла наклона зависимости « $\varphi — \tau$ ».

3. Варьированием начальной концентрации остаточного лигнина (взятой в большом избытке относительно начальной концентрации диоксида хлора) получена линейная зависимости  $k_{эф}(I) = k_{эф}(II) [L]_0$  и по тангенсу угла наклона прямой определено значение константы скорости реакции второго порядка в нейтральной среде ( $pH = 7,0 \pm 0,1$ ).

4. При начальной концентрации диоксида хлора  $0,33 \times 10^{-4}$  М и начальной концентрации лигнина в пределах  $(0,8 \div 2,5) \times 10^{-4}$  М значения константы скорости расщепления диоксида хлора  $k_{эф}(I)$  находятся в пределах  $0,10 \div 2,44$  с<sup>-1</sup>.

5. Линеаризация зависимости  $k_{эф}(I) = k_{эф}(II) [L]_0$  возможна с высоким коэффициентом корреляции (около  $R = 0,99$ ) начиная примерно с 4-кратного избытка остаточного лигнина относительно  $ClO_2$  в реакционной смеси ( $\approx (1,23/0,33) \times 10^{-4}$ ).

6. Проведено сравнение полученных значений констант скоростей второго порядка с полученными ранее (и опубликованными) данными для кислой среды. В нейтральной среде значение константы скорости реакции примерно в 2 раза выше, чем для той же целлюлозы в слабокислой среде ( $16388 \pm 814$  М<sup>-1</sup>с<sup>-1</sup> против  $7250 \pm 350$  М<sup>-1</sup>с<sup>-1</sup>).

#### Библиографический список

1. Демин, В. А. Теоретические основы отбелки целлюлозы [Текст] / В. А. Демин. — Санкт-Петербург : СПбГЛТУ, 2013. — 100 с.
2. Карманов, А. П. Самоорганизация и структурная организация лигнина [Текст] / А. П. Карманов. — Екатеринбург : УрО РАН, 2004. — 269 с.
3. Липин, И. В. Кинетика реакции диоксида хлора с остаточным лигнином лиственной сульфатной целлюлозы [Текст] / И. В. Липин, В. А. Демин // Известия Коми научного центра УрО РАН. — 2012. — Вып. 4 (16) — С. 21—24.
4. Мухрыгин, К. С. Потенциометрия реакции диоксида хлора с остаточным лигнином лигноцеллюлозного порошкового материала [Текст] / К. С. Мухрыгин, В. А. Демин // Химия растительного сырья. — 2016. — № 3. — С. 11—17.
5. Оболенская, А. В. Лабораторные работы по химии древесины и целлюлозы [Текст] / А. В. Оболенская, З. П. Ельницкая, А. А. Леонович. — Москва : Экология, 1991. — 320 с.

УДК 66.011:519.876(075.8)

*Предложена математическая модель реакции разложения диоксида хлора в слабокислой среде. Изучены особенности дифференциальных уравнений, описывающих химические реакции диоксида хлора и интермедиатов процесса.*

**Ключевые слова:** диоксид хлора, редокс потенциал, *pH*-метрия, математическая модель, дифференциальные уравнения.

**С. М. Полещиков,**  
доктор физико-математических наук, профессор

**В. А. Демин,**  
доктор химических наук, ст. науч. сотр.

## **МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ РАЗЛОЖЕНИЯ ДИОКСИДА ХЛОРА В ВОДНОЙ СРЕДЕ**

Реакции разложения диоксида хлора представляют большой теоретический и практический интерес, поскольку диоксид хлора является главным отбеливающим реагентом в технологии *ECF* (Elemental Chlorine Free) отбеливания сульфатной целлюлозы и лучшим биоцидом для обработки питьевой воды. По своей химической природе диоксид хлора представляет из себя молекулу, имеющую неспаренный электрон, т.е. является свободным радикалом. Поэтому молекула  $ClO_2$  неустойчива. В отсутствие органических субстратов разложение чистого (очищенного от молекулярного хлора) раствора диоксида хлора протекает по механизмам самоокисления-восстановления и приводит к образованию кислорода, хлора, гипохлорит-ионов и хлорноватистой кислоты (в зависимости от кислотности среды), хлористой и хлорноватой кислот или хлорит- и хлорат-ионов [1, 2].

Отбеливание целлюлозы проводят слабокислыми растворами диоксида хлора. Поэтому изучение реакций разложения  $ClO_2$  экспериментально проводили при  $pH \approx 5 \div 6$ , измеряя одновременно величины редокс потенциала (*Pt* – хлс. электроды) и *pH* (рис. 1).

Увеличение величины  $\varphi$  свыше стандартного потенциала пары  $ClO_2/ClO_2^-$  (+740 мВ отн. хлорсеребряного электрода) может быть следствием образования хлора и появления в результате его гидролиза хлорноватистой кислоты (в соответствии с величиной *pH*) [3].

В научной литературе рассмотрены начальные этапы разложения промышленных растворов диоксида хлора, в которых всегда присутствуют молекулярный хлор и хлорид-ионы в качестве примеси из-за особенностей технологии получения диоксида хлора. Однако, нами использован очищенный от хлора раствор диоксида хлора, поэтому можно полагать, что в начальный момент времени (в опытах) хлор и хлорид-ион отсутствуют.

Экспериментально наблюдаемое изменение потенциометрических характеристик раствора позволяет выбрать из многих путей разложения диоксида хлора несколько реакций, включающих в себя в качестве первого этапа разложение диоксида хлора до хлора и кислорода.

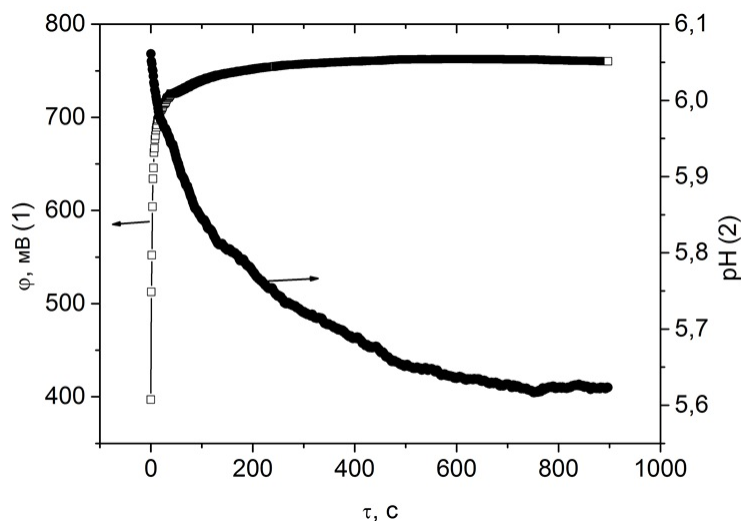
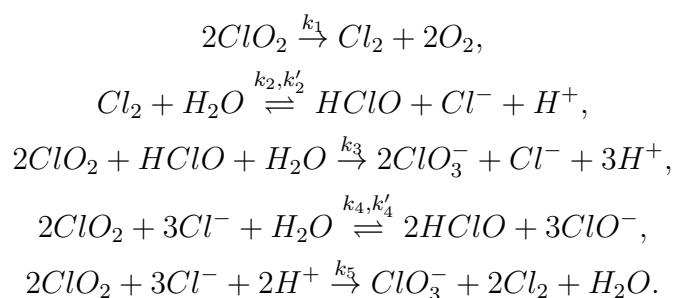
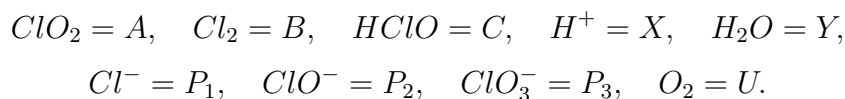


Рис. 1. Изменения величин редокс потенциала  $\varphi$  и  $pH$  в растворе диоксида хлора ( $\approx 10^{-4}$  моль/л) при комнатной температуре.

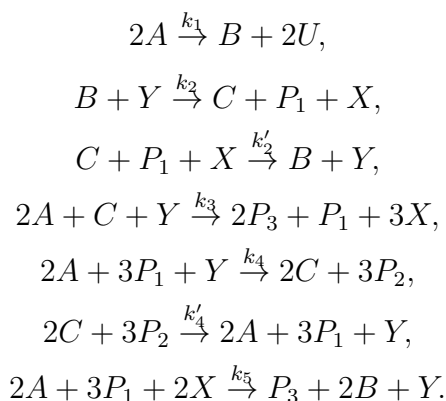
Для слабокислой среды (в которой обеспечивается наибольшая белизна целлюлозы при ее отбелке) согласно литературным данным характерны следующие реакции



Над стрелочками указаны константы скоростей  $k_i$ , ( $i = 1, \dots, 5$ ) соответствующих реакций. Над второй и четвертой реакциями отмечены штрихами скорости обратимых реакций. Введем для краткости обозначения



Тогда реакции можно записать в следующей форме



Обозначим для краткости концентрации веществ прописными теми же буквами. Получаем кинетические уравнения

$$\left\{ \begin{array}{l} \frac{da}{dt} = -k_1a^2 - k_3a^2cy - k_4a^2p_1^3y + 2k_4'c^2p_2^3 - k_5a^2p_1^3x^2, \\ \frac{db}{dt} = k_1a^2 - k_2by + k_2'cp_1x + 2k_5a^2p_1^3x^2, \\ \frac{dc}{dt} = k_2by - k_2'cp_1x - k_3a^2cy + 2k_4a^2p_1^3y - k_4'c^2p_2^3, \\ \frac{dx}{dt} = k_2by - k_2'cp_1x + 3k_3a^2cy - k_5a^2p_1^3x^2, \\ \frac{dy}{dt} = -k_2by + k_2'cp_1x - k_3a^2cy - k_4a^2p_1^3y + k_4'c^2p_2^3 + k_5a^2p_1^3x^2, \\ \frac{dp_1}{dt} = k_2by - k_2'cp_1x + k_3a^2cy - k_4a^2p_1^3y + 3k_4'c^2p_2^3 - k_5a^2p_1^3x^2, \\ \frac{dp_2}{dt} = 3k_4a^2p_1^3y - k_4'c^2p_2^3, \\ \frac{dp_3}{dt} = 2k_3a^2cy + k_5a^2p_1^3x^2, \\ \frac{du}{dt} = 2k_1a^2. \end{array} \right. \quad (1)$$

Выписанная система имеет девятый порядок. К этой системе добавляются начальные условия

$$a(0) = a_0, \quad x(0) = x_0, \quad y(0) = y_0, \quad b(0) = c(0) = u(0) = p_i(0) = 0, \quad i = 1, 2, 3. \quad (2)$$

Заметим, что вещества  $U$ ,  $P_3$  в левые части реакций не входят. Поэтому концентрации  $u$ ,  $p_3$  этих веществ отсутствуют в правых частях дифференциальных уравнений (1). Соответствующие им уравнения можно отбросить. Они могут быть проинтегрированы после решения первых семи уравнений системы (1). Кроме того, переменные  $b$ ,  $y$  входят в правые части этих уравнений только в первой степени, переменная  $a$  — только во второй степени и  $p_2$  — только в третьей степени.

Можно показать, что нетривиальные положения равновесия (решения, в которых скорости изменений концентраций равны нулю) у данной системы отсутствуют.

По смыслу задачи неизвестные функции могут принимать только неотрицательные значения

$$a \geq 0, \quad b \geq 0, \quad c \geq 0, \quad x \geq 0, \quad y \geq 0, \quad u \geq 0, \quad p_i \geq 0, \quad i = 1, 2, 3.$$

Эти неравенства определяют область допустимых значений.

Правые части уравнений (1) будучи полиномами относительно неизвестных  $a$ ,  $b$ ,  $c$ ,  $x$ ,  $y$ ,  $u$ ,  $p_i$  являются гладкими функциями. Следовательно, система удовлетворяет условиям теоремы Пикара о существовании и единственности решения задачи Коши (начальная задача) для всех  $a$ ,  $b$ ,  $c$ ,  $x$ ,  $y$ ,  $u$ ,  $p_i$  из допустимой области [4]. Таким образом, система (1) не имеет особых решений, то есть решений, в каждой точке которого нарушается единственность решения задачи Коши.

Отметим, что аналогичный подход был ранее использован при моделировании реакций биосинтеза лигнина [5, 6].

### Библиографический список

1. **Туманова, Т.А.** Физико-химические основы отбелки целлюлозы [Текст] / Т. А. Туманова – Москва : Лесная промышленность, 1984. – 215 с.
2. **Мухрыгин, К.С.** Потенциометрия реакции диоксида хлора с остаточным лигнином лигноцеллюлозного порошкового материала [Текст] / К. С. Мухрыгин, В.А. Демин // Химия растительного сырья. – 2016, № 3. – С. 11–17.
3. **Odeh, I.N.** New Pathway for Chlorine Dioxide Decomposition in Basic Solution [Текст] / Ihab N. Odeh, Joseph S. Francisco, Dale W. Margerum. // Inorganic Chemistry. – 2002, v. 41, – pp. 6500–6506.
4. **Матвеев, Н.М.** Методы интегрирования обыкновенных дифференциальных уравнений [Текст] / Н.М. Матвеев – СПб.: Лань, 2003. – 832 с.
5. **Полещиков, С.М.** Математическая модель биосинтеза лигнина [Текст] / С.М. Полещиков, А.П. Карманов – Сыктывкар: СЛИ, Сборник материалов "Февральские чтения (электронное издание), 2015. – С. 386–391.
6. **Карманов, А.П.** Теоретическое и экспериментальное моделирование биосинтеза лигнина [Текст] / А.П. Карманов, С.М. Полещиков, Л.С. Кочева // Бутлеровские сообщения. – 2015, Т.41, № 3. – С. 147–151.



## Секция «Экологические проблемы промышленных предприятий Республики Коми»

УДК 628.16

Национальная безопасность любой страны связана с обеспечением ее населения качественной питьевой водой. Однако во многих населенных пунктах России и Республики Коми вода не отвечает установленным нормативным требованиям. В связи с этим предлагается внести изменения в технологическую схему очистки воды в ОАО «Сыктывкарский Водоканал» на этапе первичного обеззараживания, а именно вводить сульфат аммония совместно с гипохлоритом натрия. С целью снижения содержания остаточного алюминия в питьевой воде предложено использовать новый флокулянт SPECFLOC C-8030.

**Ключевые слова:** питьевая вода, качество, способы улучшения, флокулянты.

**О. А. Конык,**  
кандидат технических наук, доцент  
(Сыктывкарский лесной институт)  
**Н. Г. Вакушкина,**  
выпускница спец. «ООСиРИПР»  
(Сыктывкарский лесной институт,  
ОАО «Сыктывкарский Водоканал»)

### ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СОВРЕМЕННЫХ СПОСОБОВ УЛУЧШЕНИЯ КАЧЕСТВА ПИТЬЕВОЙ ВОДЫ В ОАО «СЫКТЫВКАРСКИЙ ВОДОКАНАЛ»

Одним из важных факторов национальной безопасности любой страны является обеспечения населения питьевой водой. Сегодня питьевая вода для значительного числа населения России не отвечает установленным нормативам безопасности и безвредности и не подается в требуемом количестве [1].

Водоснабжение и водоотведение являются важнейшими санитарно-техническими системами, они создаются для обеспечения нормальной жизнедеятельности населения и всех отраслей экономики государства. От стабильного функционирования водоснабжения и водоотведения зависит нормальная работа города, предприятия, здоровье и безопасность жителей [2].

На территории России действуют 14,6 тыс. водоканалов. Услугами централизованного водоснабжения обеспечены 115 млн человек, водоотведения — лишь 89,6 млн человек.

Вследствие значительного износа основных фондов потери воды составляют в среднем по России 23 % в год, а в некоторых городах достигают 40 %; ежегодно происходит 5—6 аварий на 1 км сетей.

Количество сетей, нуждающихся в замене для водоснабжения, составляет 42 %, для канализации 35 % от общего протяжения и увеличивается с каждым годом по сравнению с ростом протяженности сетей. В год заменяется менее 1,5 % водопроводных и 0,5 % канализационных сетей (рис. 1) [2].

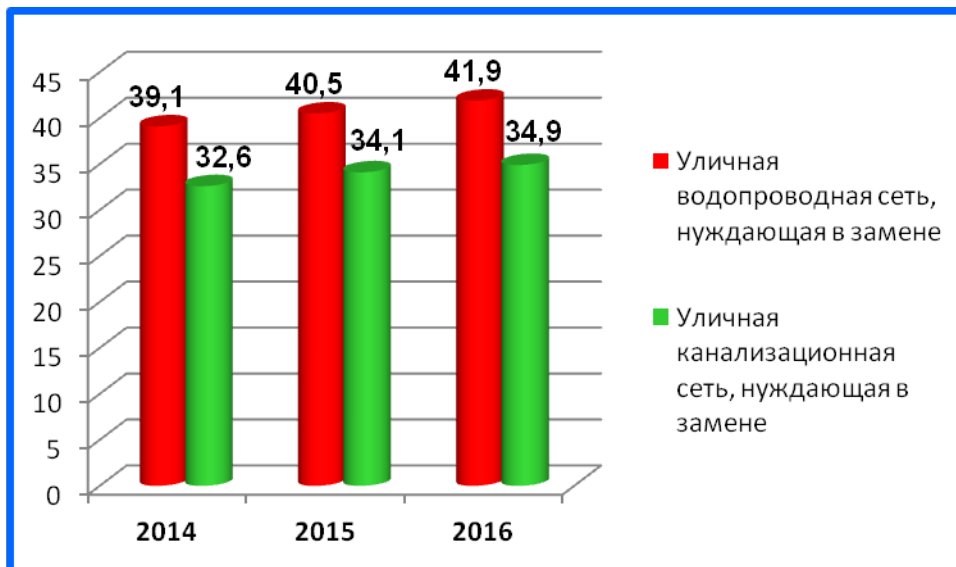


Рис. 1. Водопроводные и канализационные сети, нуждающиеся в замене, %

Перспектива дальнейшего ужесточения требований к водоподготовке диктуют необходимость совершенствования ее технологий. Сегодня в дополнение к классическим методам подготовки воды внедряются технологии озонирования и сорбции на гранулированном активном угле, благодаря которым исключается влияние сезонных изменений качества исходной воды, обеспечивается надежная дезодорация, улучшаются микробиологические показатели [3].

В числе основных современных технологий подготовки воды, можно назвать: ультрафильтрацию, нанофильтрацию, обратный осмос, ионный обмен с противоточной регенерацией в зажатом слое, электродеионизацию.

Введен в эксплуатацию самый крупный в Европе комплекс мембранной ультрафильтрации, что обеспечивает надежное задержание вирусов, бактерий, крупных молекул, органических веществ (рис. 2) [3].

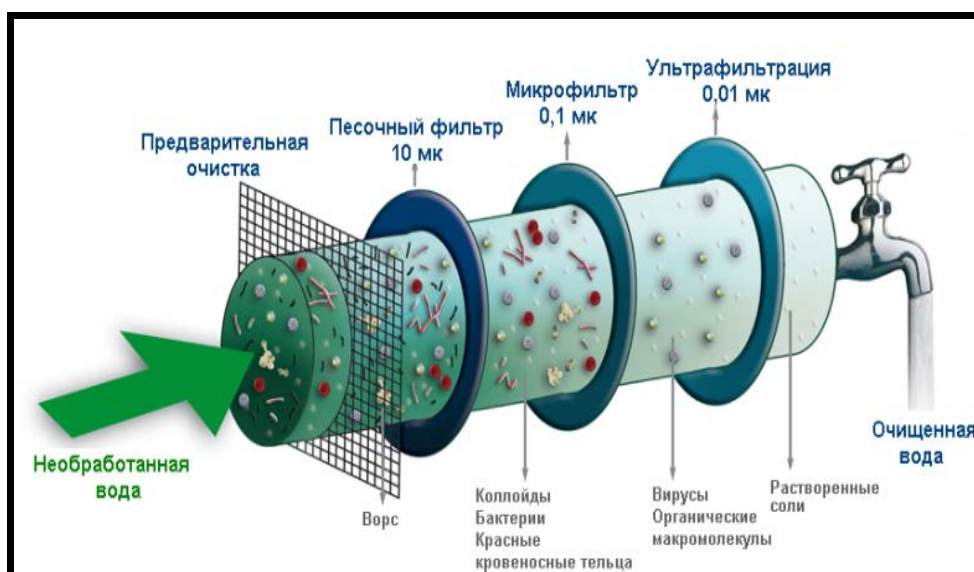


Рис. 2. Установка ультрафильтрации воды

В связи с вышесказанным цель предлагаемой работы — проанализировать качество воды при водоподготовке в ОАО «Сыктывкарский Водоканал» и предложить способы для ее улучшения.

Предприятие ОАО «Сыктывкарский Водоканал» расположено на землях муниципального образования городского округа «Сыктывкар». Административное здание находится по ул. Коммунистическая, 51; водоочистные сооружения: м. Красная Гора, 24; водозаборные сооружения располагаются на реке Вычегда в 3 км от города в м. Алешино.

Структура предприятия представляет собой единый производственно-хозяйственный комплекс, работающий в различных частях г. Сыктывкара и с. Вьльгорт. Основными видами деятельности ОАО «Сыктывкарский Водоканал» являются: обеспечение питьевой водой населения, промышленных предприятий и организаций г. Сыктывкара; транспортировка сточных вод на очистные сооружения АО «Монди СЛПК»; проведение ремонтных, строительномонтажных, наладочных работ на подведомственных объектах.

С городского водозабора и насосной станции I подъема исходная вода по трем водоводам подается на блок водоочистных сооружений, работающих по технологии напорной флотации, далее на блок двухступенчатой системы очистки, работающий по технологии объемной коагуляции. Обеззараживание воды осуществляется гипохлоритом натрия. После очистки вода поступает в резервуары чистой воды, а затем подается жителям Сыктывкара и на промышленные предприятия (рис. 3).



Рис. 3. Водоподготовка на предприятии ОАО «Сыктывкарский Водоканал»

Очистка исходной воды происходит на блоке производительностью 60 тыс. м<sup>3</sup>/сут., включающим входную камеру, распределительный лоток, в котором происходит реагентная обработка воды; далее через канал Вентури, вода поступает в камеры реакции, где образуются коагуляционные хлопья; после

этого вода поступает во флотатор, где происходит отделение взвеси с помощью пузырьков воздуха; далее вода фильтруется через песчаные фильтры и поступает в два бассейна чистой воды (рис. 4).

#### БЛОК ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТЬЮ 60 тыс. м<sup>3</sup>/сут.

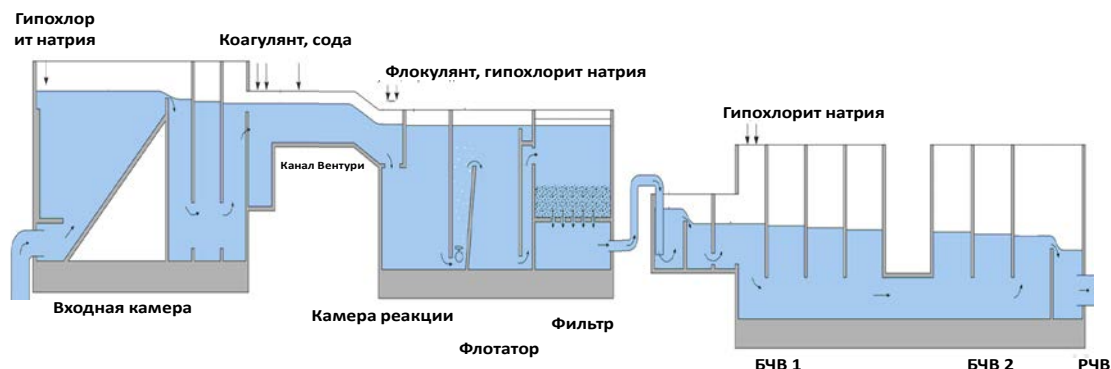


Рис. 4. Технологическая схема очистки воды методом напорной флотации

За технологией очистки воды ведется круглосуточное наблюдение испытательной лабораторией качества воды. Контроль качества воды проводится на всех стадиях ее очистки.

Основным источником водоснабжения г. Сыктывкара является река Вычегда, в которой вода характеризуется малой мутностью, высокой цветностью и перманганатной окисляемостью, содержит железо, имеет низкую щелочность и минерализацию.

В разные периоды года значения химических и микробиологических показателей, характеризующих качество исходной воды, постоянно изменяются. Наибольшее загрязнение бактериями происходит в паводковый период, а увеличение микробного числа в самый жаркий месяц июль (рис. 5).

С целью уничтожения возможных микробиологических загрязнений обеззараживание воды производят на предварительном этапе очистки и на конечной стадии обработки. Обеззараживание осуществляется гипохлоритом натрия, но при обработке этим реагентом образуются токсичные летучие хлорорганические соединения, среди которых в питьевой воде преобладает хлороформ.

Для уменьшения образования этих соединений целесообразно использовать для обеззараживания воды связанный хлор в виде хлораминов. В случае если аммонийный азот в исходной воде отсутствует, необходимо перед хлорированием обрабатывать воду сульфатом аммония.

Оптимальное соотношение аммония и хлора определяли опытным путем, изменяя дозу сульфата аммония. При этом максимальное содержание остаточного активного хлора изменялось пропорционально количеству введенного сульфата аммония (рис. 6).

Как видно из рис. 6, при маленьких дозах аммония не достигается необходимое содержание остаточного активного хлора, при высоких дозах — происходит перерасход реагентов. Оптимальная концентрация остаточного хлора

достигалась при дозе аммония  $0,7—0,8 \text{ мг/дм}^3$ , при этом доза хлора составляла соответственно  $4—6 \text{ мг/дм}^3$ . Таким образом, оптимальное соотношение аммония и хлора составит  $1:8...1:10$ .

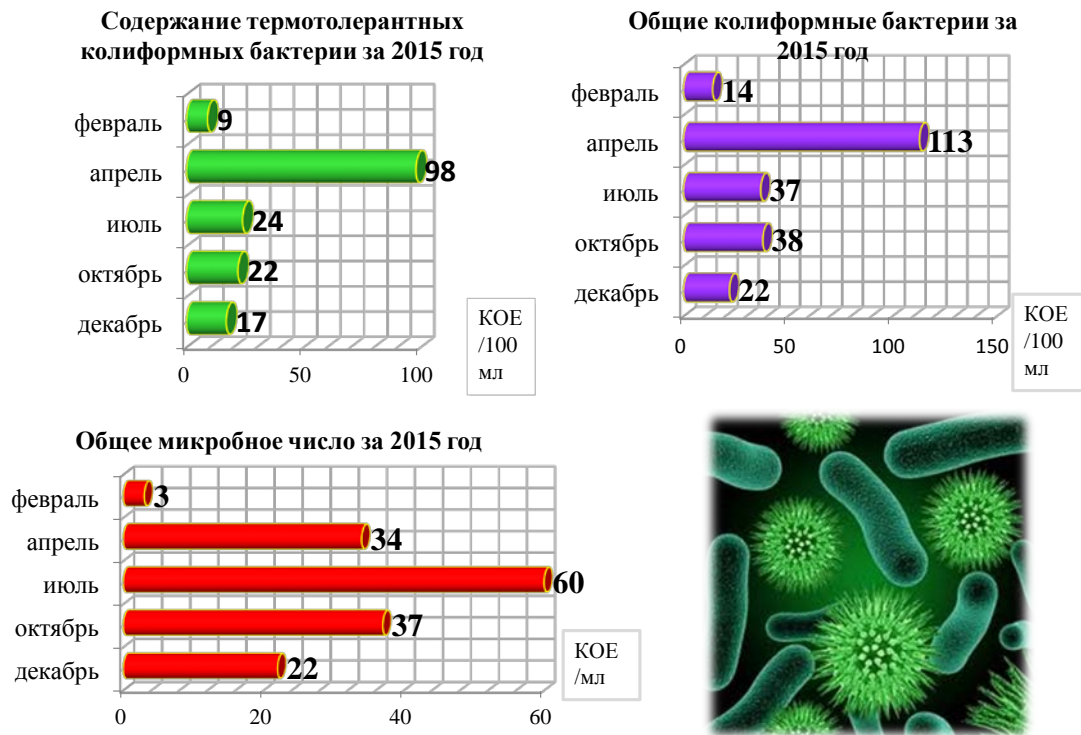


Рис. 5. Динамика изменения микробиологических показателей в зависимости от времени года

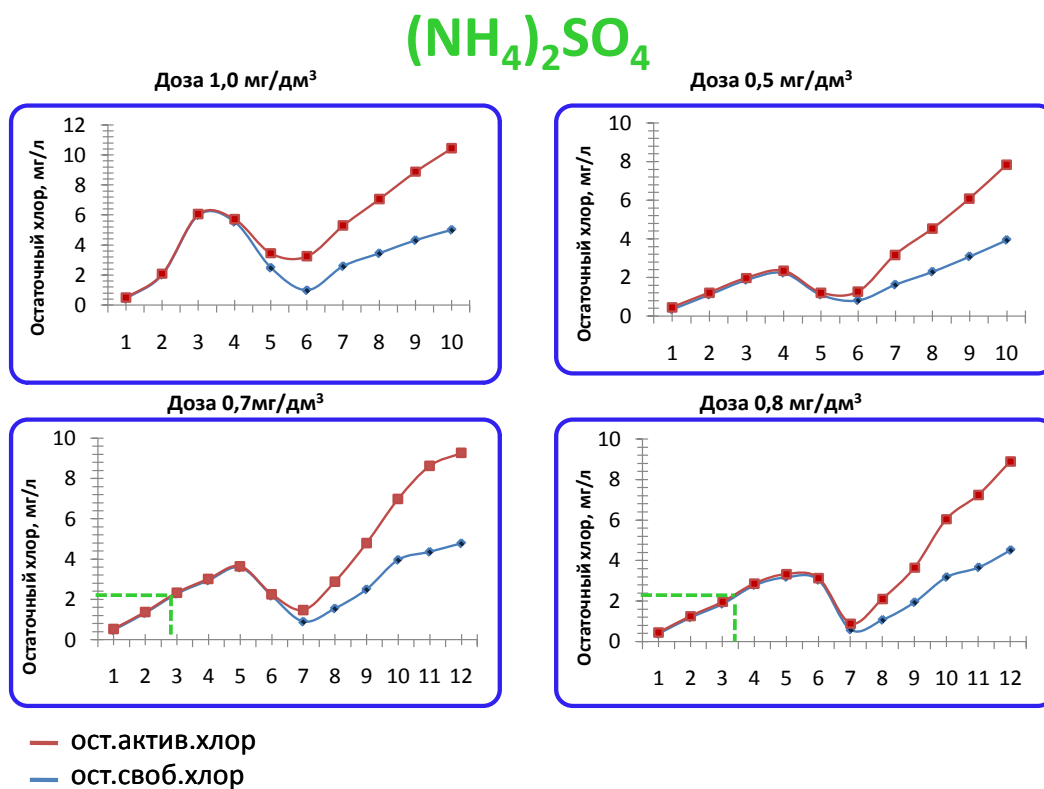


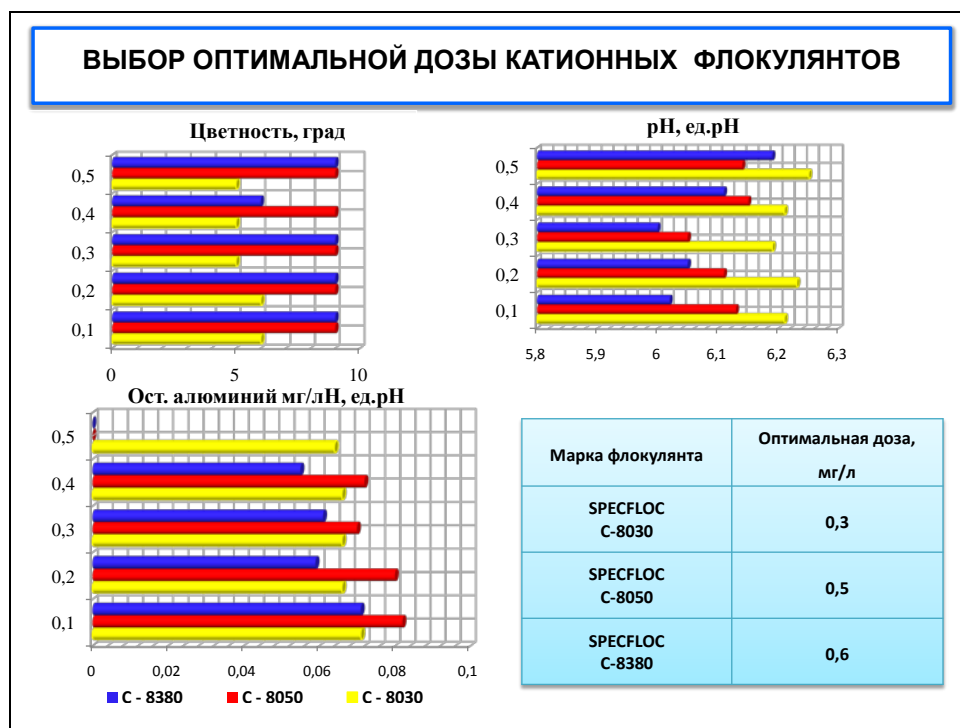
Рис. 6. Зависимость содержания хлора от дозы аммония

На основании вышесказанного рекомендовано внести следующие изменения в технологическую схему очистки воды по обеззараживанию: вводить сульфат аммония вместе с гипохлоритом натрия.

Кроме обеззараживания воды в ОАО «Сыктывкарский Водоканал» для очистки используется коагуляция. Для коагулирования воды применяется очищенный сульфат алюминия и флокулянт Праестол 650. Оптимальная доза флокулянта — 0,7 мг/л.

Анализ качества очищенной воды в паводковый период показывает, что необходимо использование более эффективных реагентов, в частности флокулянтов. Для проведения эксперимента было испытано 9 образцов (рис. 7): 7 образцов катионных флокулянтов SPECFLOC C-8030, 8050 и 8380 (ООО «ХимАльянс», г. Дзержинск, Нижегородская обл.), FLOPAMFO 4115, 4140, 4190, 4240 (ООО «Альфа», г. Москва) и 2 образца анионных флокулянтов FLOPAMAN 905, 910. Зарекомендовали себя флокулянты C-8030 и C-8050.

В отличие от используемого в ОАО «Сыктывкарский водоканал» праестола 650 флокулянты C-8030 и C-8050 позволяют уменьшить концентрацию алюминия и работают при более низких дозах, что приведет к сокращению расхода флокулянта на сооружениях.



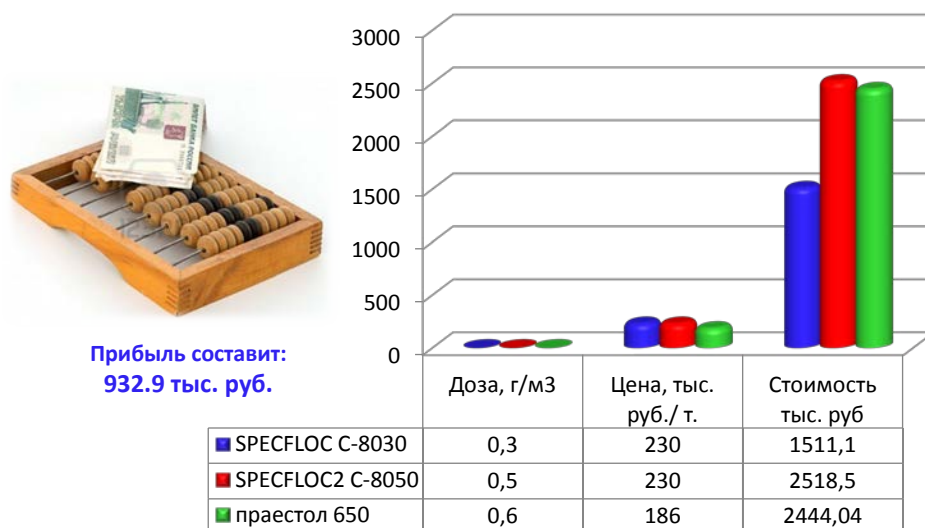
**Рис. 7.** Результаты испытаний образцов флокулянтов в осенний и весенний периоды

Для внедрения новых флокулянтов в производство была проведена оценка экономической выгоды. Из полученных результатов видно, что экономия по себестоимости положительна лишь в случае использования флокулянта SPECFLOCC-8030 (рис. 8). Прибыль составит 932,9 тыс. руб.

Таким образом, водоподготовка в ОАО «Сыктывкарский Водоканал» осуществляется с применением сульфата алюминия, праестола-650, соды, гипо-



хлорита натрия, что не обеспечивает должного обеззараживания воды и ее очистки в разные сезоны года. Для решения этой проблемы были проведены лабораторные исследования в ОАО «Сыктывкарский Водоканал» по изучению поведения различных флокулянтов и обеззараживанию воды с применением аммонизации.



**Рис. 8.** Расчет экономической выгоды на закупку флокулянтов

Анализ результатов исследований, свидетельствует, что при использовании аммонизации на стадии первичного обеззараживания происходит снижение содержания хлороформа в питьевой воде. В связи с этим, рекомендовано внести изменения в технологическую схему очистки воды на стадии первичного и вторичного обеззараживания путем введения сульфата аммония совместно с гипохлоритом натрия.

Исследование эффективности очистки природной воды р. Вычегды с использованием 9 образцов флокулянтов, показало, что наиболее эффективными являются катионные флокулянты типа SPECFLOC C-8030, 8050, причем их доза для эффективной очистки воды гораздо ниже (0,3 мг/л), чем доза флокулянта праестол 650 (0,6 мг/л), применяемого в данный момент на предприятии.

Кроме того, использование вышеуказанных флокулянтов позволит уменьшить содержание остаточного алюминия (до 0,04 мг/л), относящегося ко 2-му классу опасности, в паводковый период.

На основании экономических расчетов затрат предприятия ОАО «Сыктывкарский Водоканал» на закупку флокулянтов, наиболее выгодным является приобретение флокулянта SPECFLOC C-8030, что позволит предприятию сэкономить значительную сумму денежных средств в размере 932,9 тыс. руб./год.

При внедрении вышеуказанных предложений в производство качество питьевой воды, подаваемой «ОАО Сыктывкарский Водоканал», значительно улучшится.

### **Библиографический список**

1. Состояние отрасли водоснабжения и водоотведения [Электронный ресурс] // Публикации по управленческому консультированию. — Режим доступа: [mcd-pkf.com/publication/consulting/publ\\_18.html](http://mcd-pkf.com/publication/consulting/publ_18.html) (дата обращения 06.06.2017).
2. Российская ассоциация водоснабжения и водоотведения [Электронный ресурс] // Инновационное развитие отрасли и поддержка отечественных профильных разработок. — Режим доступа: [raaw.ru](http://raaw.ru) (дата обращения 06.06.2017).
3. Новые технологии водоочистки и водоподготовки [Электронный ресурс] // Новые технологии очистки воды. — Режим доступа: [vodopodgotovka-vodi.ru](http://vodopodgotovka-vodi.ru) (дата обращения 06.06.2017).
4. Система водоснабжения и водоотведения [Электронный ресурс] // ГОСТ для систем водоснабжения. — Режим доступа: [yandex.ru/images](http://yandex.ru/images) (дата обращения 06.06.2017).



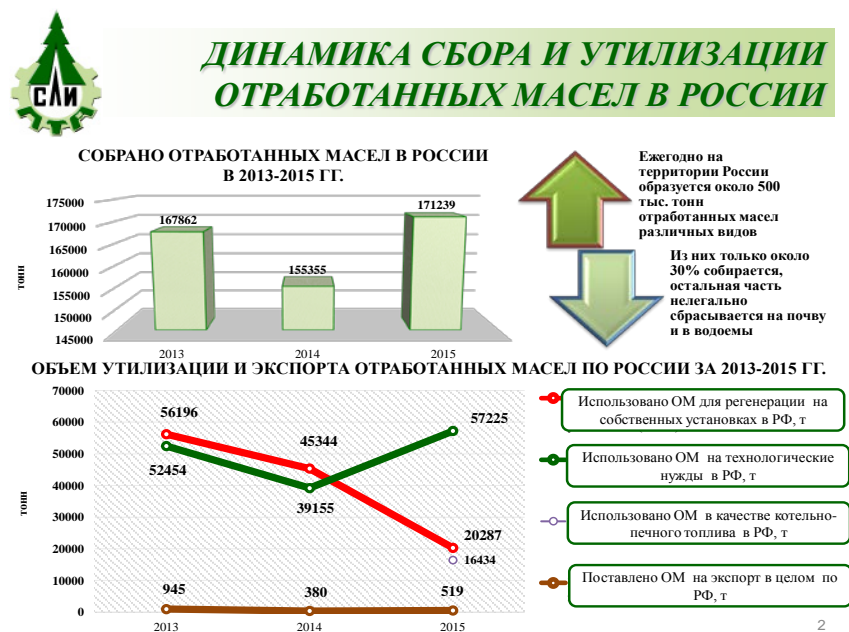
Ежегодно в нашей стране образуется до 500 тыс. т отработанных масел, которые нелегально сбрасывается на почву и в водоемы и загрязняют окружающую среду. Для нормализации ситуации с отработанными маслами предлагается разработать систему управления сбором и переработкой масел в нашем муниципалитете, проект предприятия, выбрать рациональную технологическую схему утилизации масел и подобрать для нее современное, недорогое оборудование.

**Ключевые слова:** проект, сбор, утилизация, отработанные масла.

**О. А. Конык,**  
кандидат технических наук, доцент;  
**В. И. Гаулика,**  
ФЛиСХ, напр. «ЭиРПХвХТНБ»,  
проф. «ООСиРИПР», 2 курс  
(Сыктывкарский лесной институт)

## РАЗРАБОТКА ПРОЕКТА ПРЕДПРИЯТИЯ ПО СБОРУ И УТИЛИЗАЦИИ ОТРАБОТАННЫХ МАСЕЛ В МО ГО «СЫКТЫВКАР»

Статистические данные свидетельствуют, что ежегодно в России образуется не менее 500 тыс. т отработанных масел, из них только около 30% собирается, остальная часть нелегально сбрасывается на почву и в водоемы. На гистограмме видно, что в 2015 г. была собрана лишь 171 тыс. т отработанного масла. Объемы использования отработанного масла в 2015 г. снизились практически в 2,5 раза. Зато в 1,5 раза увеличились объемы использования масел для технологических нужд (рис.1).



**Рис. 1.** Динамика сбора и утилизации отработанных масел в России

В Республике Коми ситуация еще хуже — собирается лишь 6 % от общего объема собранных масел в России, масла не регенерируют, а используют на технологические нужды (рис. 2) [1].



**Рис. 2.** Динамика сбора и утилизации отработанных масел в Республике Коми

Для того чтобы нормализовать ситуацию с отработанными маслами, предлагается разработать проект предприятия по сбору и утилизации отработанных масел на территории МО ГО «Сыктывкар».

В связи с этим необходимо:

- 1) разработать систему управления сбором и переработкой масел в нашем муниципалитете,
- 2) разработать структуру предприятия по сбору и утилизации масел,
- 3) выбрать места расположения пунктов сбора отработанных масел и предприятия по их утилизации,
- 4) выбрать рациональную технологическую схему утилизации масел и подобрать для нее современное, недорогое оборудование.

Система управления сбором и утилизацией отработанных масел состоит из 3-х звеньев, представленных на рис. 3 [1].

Процесс утилизации масел заключается в восстановлении их качественных характеристик путем очистки — регенерации.

Виртуальное предприятие для сбора и утилизации масел предлагается называть — ООО «Техмас». Пункты сбора отработанных масел предлагается расположить в 4-х местах: микрорайоне Давпон, микрорайоне Орбита, микрорайоне Эжва и около ЦВК (центральной водогрейной котельной). Пункты сбора

будут находиться в местах расположения крупных предприятий, автомобильных трасс и микрорайонов.



Рис. 3. Система управления сбором и утилизацией отработанных масел

ООО «Техмас» предлагается расположить в промышленной зоне г. Сыктывкара в районе Чов-ю. Площадь занимаемой территории составит 1050 м<sup>2</sup>.

Основные виды деятельности предприятия:

- сбор и вывоз отработанных масел;
- утилизация отработанных масел;
- продажа восстановленного масла.

Сегодня существует два вида методов утилизации отработанных масел: без переработки и с переработкой.

Методы без переработки масел бывают механическими и термическими. Методы с переработкой масел бывают физико-химические, термохимические и биологические. Наиболее целесообразными методами считаются физико-химические методы, которые при помощи фильтрации, сепарирования, коагуляции позволяют получить качественно восстановленное масло.

Исходя из выбранного метода, наиболее приемлемая структура предприятия должна включать ряд модулей, обеспечивающих регенерацию масел:

- 1 модуль — модуль приема и хранения отработанного масса;
- 2 модуль — модуль обезвоживания сырья;
- 3 модуль — модуль выпаривания сырья;
- 4 модуль — модуль ректификации.

Кроме того, для обеспечения нормальной работы предприятие должно иметь целый ряд вспомогательных подразделений, представленных на рис. 4. Полученная продукция будет поступать на склад готовой продукции и отправляться на продажу потребителю.



## СТРУКТУРА ПРЕДПРИЯТИЯ ПО УТИЛИЗАЦИИ ОТРАБОТАННЫХ МАСЕЛ



Рис. 4. Структура предприятия по утилизации отработанных масел

Наиболее приемлемым оборудованием для реализации нашей цели будет оборудование, поставляемое в виде компактного мини-завода «Потрам» по переработке отработанных масел (рис. 5). Производитель ООО «Потрам» (Россия, г. Кемерово) предлагает различные варианты установок — от 5 до 100 т/сут. по перерабатываемому сырью. Стоимость завода мощностью 100 т составляет 63 млн руб.

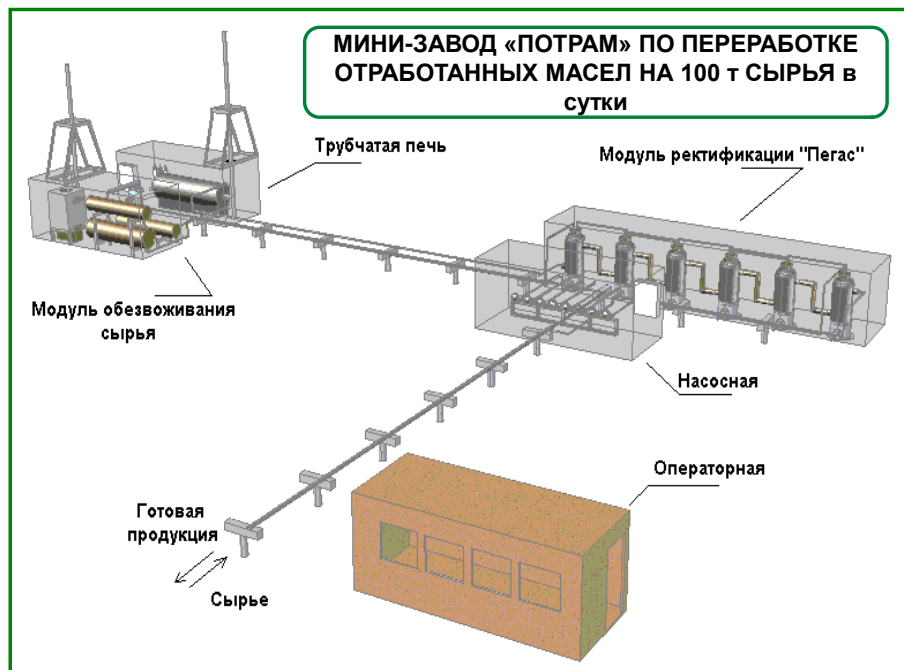


Рис. 5. Мини-завод «Потрам» по переработке отработанных масел

Исходя из структуры предприятия перечень необходимых работников показан на рис. 6. Численность будущего предприятия — 28 человек.



Рис. 6. Персональный и численный состав предприятия ООО «Техмас»

Сущность процесса очистки масел на таком мини-заводе можно представить в виде схемы: отработанное масло вначале подвергается очистке от твердых частиц, затем поступает на обезвоживание, далее из него удаляются легкокипящие топливные фракции, затем продукты изменения углеводородов. Для восстановления качественных характеристик базового масла в него добавляют легирующие присадки. Регенерированное масло заливают в соответствующие емкости и отправляют на склад готовой продукции.

Основной продукцией предприятия ООО «Техмас» будет базовое масло И-20, на его долю приходится 50—60 %; дизельное топливо — 30—40 %; нигрол — 10—15 %; около 1—2 % — мазут, остальное — вода (рис. 7).

Несмотря на то, что предприятие ООО «Техмас» — предприятие по утилизации отработанного масла, оно является источником образования различных отходов: твердых коммунальных отходов, отработанных люминесцентных ламп, промасленной ветоши, замазученного грунта, металлолома, отработанных аккумуляторов и автопокрышек. Все эти отходы должны собираться в соответствующие контейнеры и храниться на территории предприятия сроком не более 11 месяцев. По мере сбора транспортной партии они должны вывозиться на соответствующие предприятия для утилизации.

Для обеспечения экологической безопасности на будущем предприятии будут соблюдаться все перечисленные нормативно-законодательные требования (рис. 8) [2].



## ПРОДУКЦИЯ ООО «ТЕХМАС»



Рис. 7. Продукция виртуального предприятия ООО «Техмас»



## НОРМАТИВНО-ПРАВОВЫЕ ОСНОВЫ И ЭТАПЫ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ НА ПРЕДПРИЯТИИ ООО «ТЕХМАС»

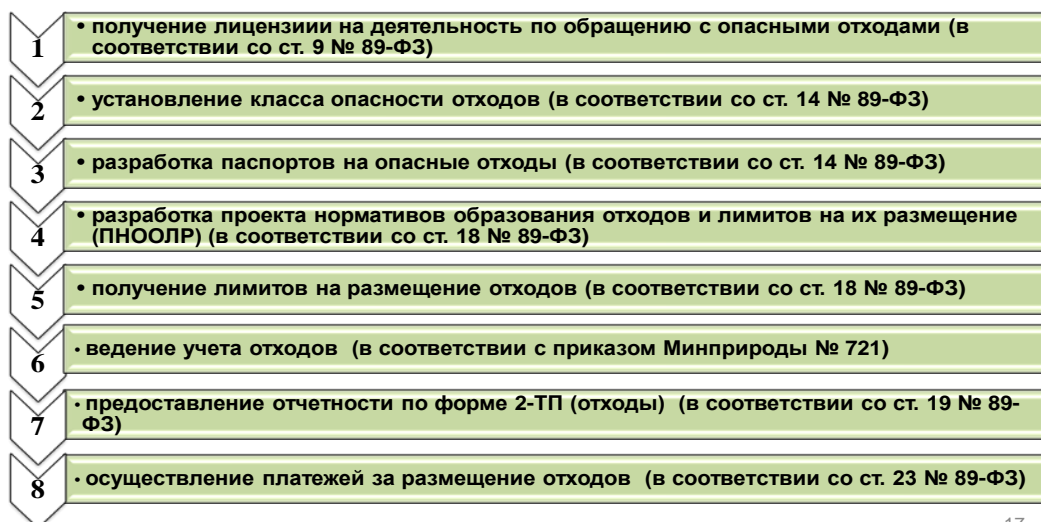


Рис. 8. Обеспечение экологической безопасности в ООО «Техмас»

Таким образом, нами был разработан проект виртуального предприятия по сбору и утилизации отработанных масел.

Предприятие предусматривается расположить в промышленной зоне Човью. Оно будет включать пункты сбора отработанных масел и цех по их регенерации. Для реализации поставленной цели необходимо закупить мини-завод «Потрам», на котором будет производиться базовое масло И-20, дизельное топливо и нигрол.

#### **Библиографический список**

1. Технологии переработки твердых отходов [Электронный ресурс] : учебное пособие для студентов направления бакалавриата 280200 «Защита окружающей среды» и специальности 280201 «Охрана окружающей среды и рациональное использование природных ресурсов» всех форм обучения : самостоятельное электронное издание / О. А. Конык, А. В. Кузванова ; М-во образования и науки Рос. Федерации, Сыкт. лесн. ин-т (фил.) ФГБОУ ВПО С.-Петерб. гос. лесотехн. ун-т им. С. М. Кирова, каф. общей и прикладной экологии. — Электрон. текстовые дан. (1 файл в формате pdf: 7,20 Мб). — Сыктывкар : СЛИ, 2013. — on-line. — Систем. требования: Acrobat Reader (любая версия). — Загл. с титул. экрана. — Режим доступа: <http://lib.sfi.komi.com/ft/301-000760.pdf>.

2. Об отходах производства и потребления [Электронный ресурс] : федер. закон от 24.06.1998 № 89-ФЗ : (ред. от 28.12.2016) // СПС «КонсультантПлюс» (дата обращения: 20.04.2017).



Данная статья посвящена получению нового строительного материала на основе производства арболитовых блоков

**Ключевые слова:** арболит, борщевик Сосновского, компоненты, характеристики.

**П. В. Мусихин,**  
старший преподаватель;  
**Я. М. Кормилицына,**  
ФЛиСХ, напр. подготовки «Техносферная безопасность»,  
проф. ИЗОС, 2 курс  
(Сыктывкарский лесной институт)

## АРБОЛИТОВЫЕ БЛОКИ ИЗ БОРЩЕВИКА СОСНОВСКОГО

Существует множество строительных материалов, производство которых освоено в промышленных масштабах. Однако в данной работе рассматривается идея создания нового композита в строительстве, с применением натурального дикорастущего растения, борщевика Сосновского.

Цель работы — получение нового строительного материала.

В ходе реализации поставленной цели, необходимо решить следующие задачи:

- апробировать процесс изготовления блоков с использованием борщевика Сосновского;
- провести исследования свойств композита.

*Борщевик Сосновского* — крупное травянистое растение, вид рода Борщевик, семейства Зонтичные. Его высота составляет обычно более метра, но во многих местах могут встречаться экземпляры высотой до 3 м. Урожайность борщевика Сосновского по сухой массе составляет 100—125 ц/га.

Особенности борщевика, обуславливающие его быстрое распространение:

- прорастание ранней весной;
- относительно низкая гибель молодых растений;
- быстрый рост, способность вытеснять другие растения местной флоры;
- раннее цветение, которое позволяет семенам полностью вызреть;
- способность к самоопылению;
- большая плодовитость, позволяющая одному растению начать экспансию;
- быстрое расселение семян с помощью ветра, животных, транспорта;
- содержание биологически активных веществ (фурокумаринов и др.), угнетающих рост других растений и защищающих борщевик от растительноядных насекомых.

Технология производства арболита предусматривает изготовление строительного материала в несколько стадий. Предлагаемые арболитные блоки представляют собой простой по компонентному составу материал, в который входят измельченный борщевик Сосновского (фрагменты длиной 15÷20 мм, шириной



около 10 и толщиной 2÷3 мм), который связан между собой портландцементом и вода. В общую массу включаются специальные химические добавки, улучшающие качество и предотвращающие такие негативные процессы как: гниение, разложение, появление насекомых и т. д. Измельченный борщевик обрабатывали 15 % раствором гашеной извести  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  четверо суток, перемешивая сечку от 2 до 4 раз в день. Обработка проводилась с целью удаления сахаров из сечки, которые могут спровоцировать гниение блоков. Все компоненты были хорошо высушены, для чего их помещали на 3 месяца в помещение с температурой воздуха не менее 18 °С и относительной влажностью 30—60 %.

Самым важным этапом технологии производства арболита является правильный подбор компонентного состава. При изготовлении блоков следует тщательно контролировать качество используемых материалов. После приготовления наполнителя в него, при перемешивании с водой и портландцементом, добавляли следующие химикаты:

- жидкое стекло растворимое ( $\text{Na}_2\text{SiO}_3$ );
- хлористый калий (KCl);
- сернокислый алюминий ( $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 18 \text{H}_2\text{O}$ );
- известь (CaO).

Состав арболита в массовых долях представлен в таблице. Данное соотношение компонентов обеспечивает огнестойкость изделия.

Состав арболита в массовых долях

Марка арболита	Цемент (М400)	Количество			Предполагаемая плотность (кг/м <sup>3</sup> )
		извести	песка	сечки	
5	1	1,5	—	15	300—400
10	1	1	1,5	12	600—700
15	1	0,5	2,5	9	900—1000
25	1	—	3	6	1200—1300

Перемешивание компонентов выполняли в десятилитровой емкости. Образцы отливали в формы размером (150 × 150 × 150) мм, чтобы использовать их для дальнейших исследований. Заливка образца выполнялась в три приема и после каждого этапа уплотняли смесь молотком, отделанным жестью. Излишняя масса снималась посредством шпателя. Образец в форме выдерживался при температуре 18 °С на открытом воздухе. По истечении суток арболит вынимали из формы, укладывали на ровную поверхность, где он досушивался и укреплялся на протяжении 10 суток.

Далее исследуем технические характеристики образцов:

- плотность материала;
- способность выдерживать критические нагрузки на сжатие и излом;
- тепло- и звукоизоляционные свойства;
- огнестойкость материала;
- неподверженность гниению и разрушению грызунами и насекомыми;
- уровень сопротивления отрицательным температурам.

Таким образом, получен строительный материал — арболитовые блоки с новым наполнителем, за счет которого возможно снижение стоимости и трудоемкости строительно-монтажных работ. В качестве наполнителя было использовано дешевое растительное сырье — борщевик Сосновского, который распространился по Республике Коми и другим территориям. В дальнейших работах следует проанализировать технические характеристики нового строительного материала и опубликовать исследования.

#### **Библиографический список**

1. Борщевик Сосновского [Электронный ресурс] // Википедия : свобод. энцикл. — Режим доступа: <https://ru.wikipedia.org/wiki/>.
2. Изготовление арболита своими руками: технология производства и самостоятельные работы [Электронный ресурс] // Stroyportal : строит. портал. — Режим доступа: <http://strport.ru/stroitelstvo-domov/izgotovlenie-arbolita-svoimi-rukami-tehnologiya-proizvodstva-i-samostoyatelnye-r>.
3. Арболит [Текст] : производ.-практ. изд. / под ред. Г. А. Бужевича. — Москва : Стройиздат, 1968. — 243 с.

Рассмотрены вопросы обеспечения экологической безопасности при обращении с отходами. Охарактеризована система обращения и утилизации отходов различных классов опасности.

**Ключевые слова:** экологическая безопасность, отходы, утилизация отходов.

**М. В. Миронов,**  
кандидат химических наук;  
**И. Н. Полина,**  
кандидат химических наук  
(Сыктывкарский лесной институт)

## **ОБЕСПЕЧЕНИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ ОБРАЩЕНИИ С ОТХОДАМИ В ТПП «ЛУКОЙЛУСИНСКНЕФТЕГАЗ»**

Республика располагает уникальными запасами минерально-сырьевых ресурсов. Топливо-энергетические ресурсы представлены промышленными запасами нефти, битумов, природного газа и газового конденсата Тимано-Печорской нефтегазоносной провинции, горючих сланцев Вычегодского и Печорского сланценосных районов, торфа и дровяной древесины. Общие потенциальные запасы топливо-энергетических ресурсов оцениваются ориентировочно в 170 млрд т условного топлива. Республика является второй в Российской Федерации по размерам разведанных и прогнозных запасов углеводорода и торфа, первой — по горючим сланцам и четвертой — по углю. Все месторождения нефти и газа в республике комплексные, на многих из них имеются запасы попутных ценных компонентов: гелия, парафина, ряда редких металлов [1].

ООО «ЛУКОЙЛ-Коми» — крупнейшее нефтедобывающее предприятие в Республике Коми и Ненецком Автономном Округе (НАО). Компания реализует проекты по разведке и добыче на территории 9 муниципальных образований: городских округов «Усинск», «Ухта», муниципальных районов «Печора», «Сосногорск», «Вуктыл», «Ижемский», «Усть-Цилемский», «Троицко-Печорский» РК и «Заполярный район» НАО.

В состав организации входят три территориальных производственных предприятия — ЛУКОЙЛ-Усинскнефтегаз, ЛУКОЙЛ-Ухтанефтегаз, ЛУКОЙЛ-Севернефтегаз, а также обособленные структурные подразделения — Нефешахтное Управление «Яреганефть», Усинский газоперерабатывающий завод и Управление производственно-технической комплектации. ЛУКОЙЛ-Коми разрабатывает 64 нефтяных и 1 газовое месторождения [2]. В 2016 г. добыто 19,3 млн т условного топлива (+2,4 % к уровню 2015 г.), из них нефти 17,1 млн т (+1 % к уровню 2015 г.). В эксплуатационном бурении за отчетный период пройдено свыше 230 тыс. м, в разведочном — 22,7 тыс. м [3].

ТПП «ЛУКОЙЛ-Усинскнефтегаз» занимается разработкой северной группы месторождений на территории Республики Коми и Ненецкого автономного

округа. Среди них: Усинское, Возейское, Харьягинское, Верхневозейское, Восточно-Мастерфельское, Леккерское, Южно-Шапкинское, Пашшорское, Южно-Юрьяхинское, Суборское, Осваньюрское, Пыжьельское, Верхнегрубешорское, Восточно-Харьягинское, Восточно-Ламбейшорское, Ошское и уникальное Баяндыское. «Баяндыское месторождение» — технологически сложный проект: в добываемом здесь углеводородном сырье — большой процент содержания сероводорода. Он присутствует и в воде, и в нефти, и в попутном газе. В 2015 г. в эксплуатацию введены установки подготовки нефти и очистки газа от сероводорода, а также грануляции серы, что имеет, в первую очередь, большое значение для экологической безопасности производства [4].

В структуру ТПП «ЛУКОЙЛ-Усинскнефтегаз» входят следующие подразделения: 8 комплексных цехов по добыче нефти и газа, цех по транспортировке и сдаче нефти, 3 цеха по подготовке и перекачке нефти, цех паротеплового воздействия на пласт, цех капитального ремонта трубопроводов и сооружений, цех обеспечения производства и участок антикоррозионной защиты. В результате хозяйственной деятельности на предприятии образуются отходы практически всех классов опасности (кроме второго). Преобладают отходы 3 и 4 классов: шлам очистки трубопроводов (9 тыс. т/год), песок, загрязненный мазутом (8,5 тыс. т/год), хозяйственно-бытовые стоки (41 тыс. т/год). Всего 27 наименований, общим объемом 65 тыс. т/год. Для накопления отходов предусмотрены специальные объекты в соответствии с действующим законодательством. С объектов временного накопления отходов шлам нефтеотделительных установок, шлам очистки трубопроводов и емкостей (бочек, цистерн, гудронаторов) от нефти и песок, загрязненный мазутом передаются на (шламонакопители) ТПП «ЛУКОЙЛ-Усинскнефтегаз», расположенные на территории Усинского района РК, и откуда поступают на установки по переработке нефтяных шламов. Отработанные масла поступают в систему нефтесбора ТПП «ЛУКОЙЛ-Усинскнефтегаз», где используются в качестве сырья. Различный бытовой и строительный мусор, а также отходы передаются на установки по термическому обезвреживанию, расположенные на территории Усинского района. Отходы из выгребных ям и хозяйственно-бытовые стоки передаются на обезвреживание на очистные сооружения Управления тепловодоснабжения ООО «ЛУКОЙЛ-Коми». Туда же для чистки котлов передаются отходы органических и отходы неорганических кислот. Образование отходов находится под строгим учетом и постоянным контролем.

Деятельность предприятия в области охраны окружающей среды осуществляется в соответствии с требованиями природоохранного законодательства, нормативно-правовых актов федеральных, региональных и местных органов исполнительной власти, приказов и распоряжений ПАО «ЛУКОЙЛ».

Переработка отходов является одним из приоритетных направлений экологической политики организаций группы «ЛУКОЙЛ», в рамках которой разрабатываются и реализуются различные проекты. В 2015 г. на утилизацию отходов производства было потрачено 1,1 млрд руб. Консолидированный показатель отношения утилизации отходов к их образованию составил 0,9 [5].

В целом на предприятии соблюдены все требования к экологической безопасности при обращении с отходами.

#### **Библиографический список**

1. Нефтегазовые месторождения: Коми республика [Электронный ресурс] // Нефтяники. Нефть и газ. — Режим доступа: [http://www.nftn.ru/oilfields/russian\\_oilfields/komi\\_respublika/46](http://www.nftn.ru/oilfields/russian_oilfields/komi_respublika/46) (дата обращения: 27.03.2017).
2. ООО «Лукойл-Коми». Общая информация [Электронный ресурс] // Лукойл. — Режим доступа: <http://komi.lukoil.ru/ru/About/GeneralInformation> (дата обращения: 27.03.2017).
3. ООО «Лукойл-Коми». Новость [Электронный ресурс] // Лукойл. — Режим доступа: <http://komi.lukoil.ru/ru/News/News?rid=84513> (дата обращения: 27.03.2017).
4. География деятельности [Электронный ресурс] // Лукойл. — Режим доступа: <http://komi.lukoil.ru/ru/About/Geography> (дата обращения: 27.03.2017).
5. Результаты работы по охране окружающей среды [Электронный ресурс] // Лукойл. — Режим доступа: <http://www.lukoil.ru/Responsibility/SafetyAndEnvironment/Ecology/Results> (дата обращения: 27.03.2017).

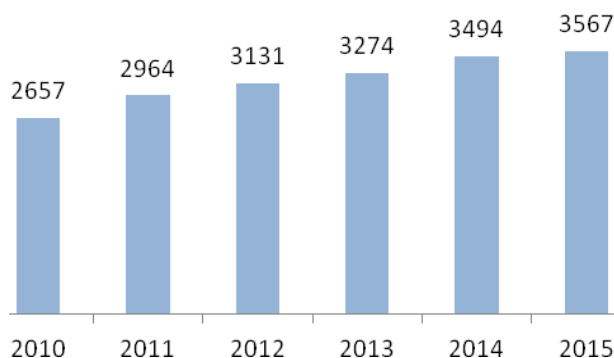
Рассмотрены вопросы экологического воздействия предприятия на окружающую среду, предложена система биологического мониторинга атмосферного воздуха.

**Ключевые слова:** фанера, биологический мониторинг, лишайники, хвойные, снеговая вода.

**И. Н. Полина,**  
кандидат химических наук  
(Сыктывкарский лесной институт)

## ОРГАНИЗАЦИЯ И ОСУЩЕСТВЛЕНИЕ БИОЛОГИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА ООО «СЫКТЫВКАРСКИЙ ФАНЕРНЫЙ ЗАВОД»

Производство фанеры в России, несмотря на кризис, упорно растет и развивается, однако внутреннее потребление этого материала продолжает стремительно падать, в связи с ухудшением положения в строительной отрасли и мебельном производстве, а также с расширением сегмента рынка других плитных материалов (рис. 1).



**Рис. 1.** Объемы выпуска фанеры в РФ, тыс. м<sup>3</sup> [1]

Безусловным лидером на российском рынке производителей является холдинг «Свеза», включающий в себя 6 комбинатов, выпускающих ежегодно 1,3 млн м<sup>3</sup> фанеры [2]. В структуре российского производства ООО Сыктывкарский фанерный завод (СФЗ) занимает второе место, производя более 200 тыс. м<sup>3</sup>/год [3] (рис. 2).

В результате производственной деятельности «СФЗ» оказывает определенное воздействие на все объекты окружающей среды, оценить степень которого можно в динамике средствами биологического мониторинга. Программа мониторинга должна обеспечивать получение достоверной информации в условиях воздействия широкого спектра факторов, влияющих на распространение загрязняющих веществ. Она должна включать в себя проведение мониторинга природных сред и объектов. Оптимальным является комплексная оценка экологического состояния природных сред и объектов методами биологического мониторинга, химического и экотоксикологического анализов [4].

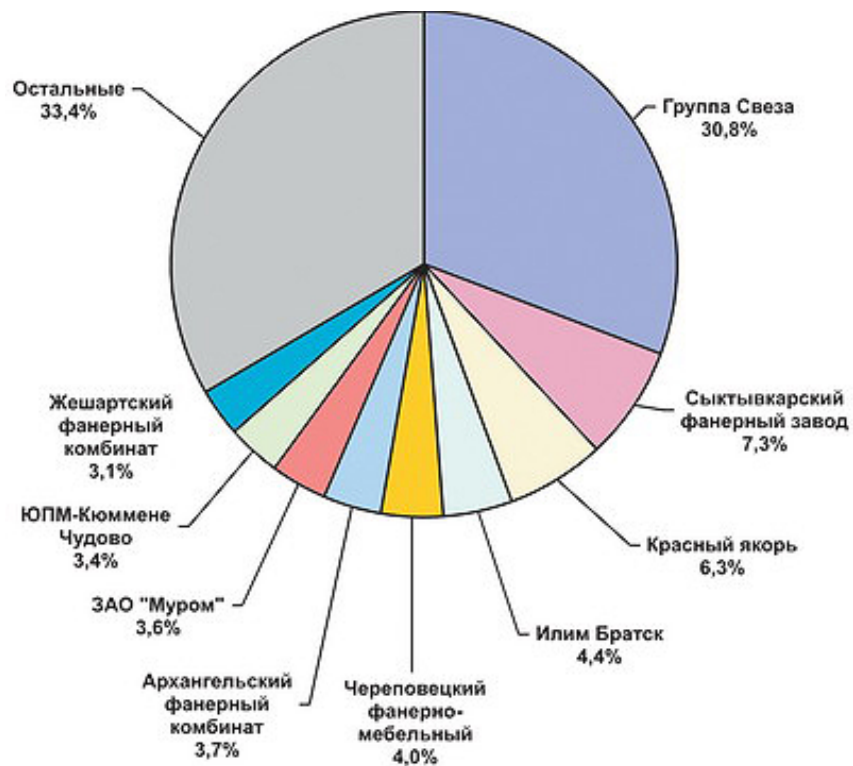


Рис. 2. Структура распределения выпуска фанеры по заводам, 2015 г. [1]

Предприятие расположено в Эжвинском районе г. Сыктывкара (Ухтинское шоссе, 66) и занимает территорию 501100 м<sup>2</sup>, на севере, западе и востоке граничит с ОАО «Монди СЛПК», Эжвинский район находится южнее на расстоянии 2,5 км (рис. 3).

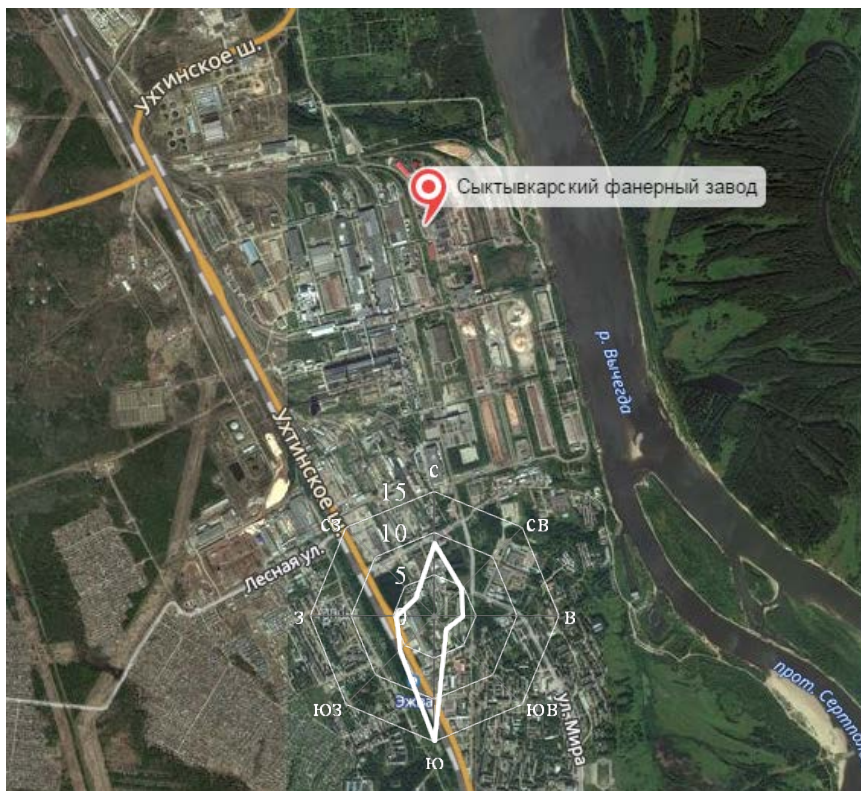


Рис. 3. Территория СФЗ и роза ветров, 2016 г. [5]

Преобладают ветры южного направления (см. рис. 3). По климатическим условиям, определяющим рассеивающую способность атмосферы, территория относится к зоне умеренного потенциала загрязнения атмосферы. В разные периоды года создаются примерно одинаковые условия, как для рассеивания, так и накопления примесей.

Процесс производства фанеры можно представить схемой (рис. 4). Технологический процесс определяет образование следующих видов загрязнений: березовая кора, древесные остатки, древесная шлифпыль, до 2014 г. не использовались предприятием, а передавались сторонним организациям для размещения. Сегодня эти отходы применяются для получения тепловой энергии (102300 Гкал в 2013 г.).



Рис. 4. Схема производственного процесса

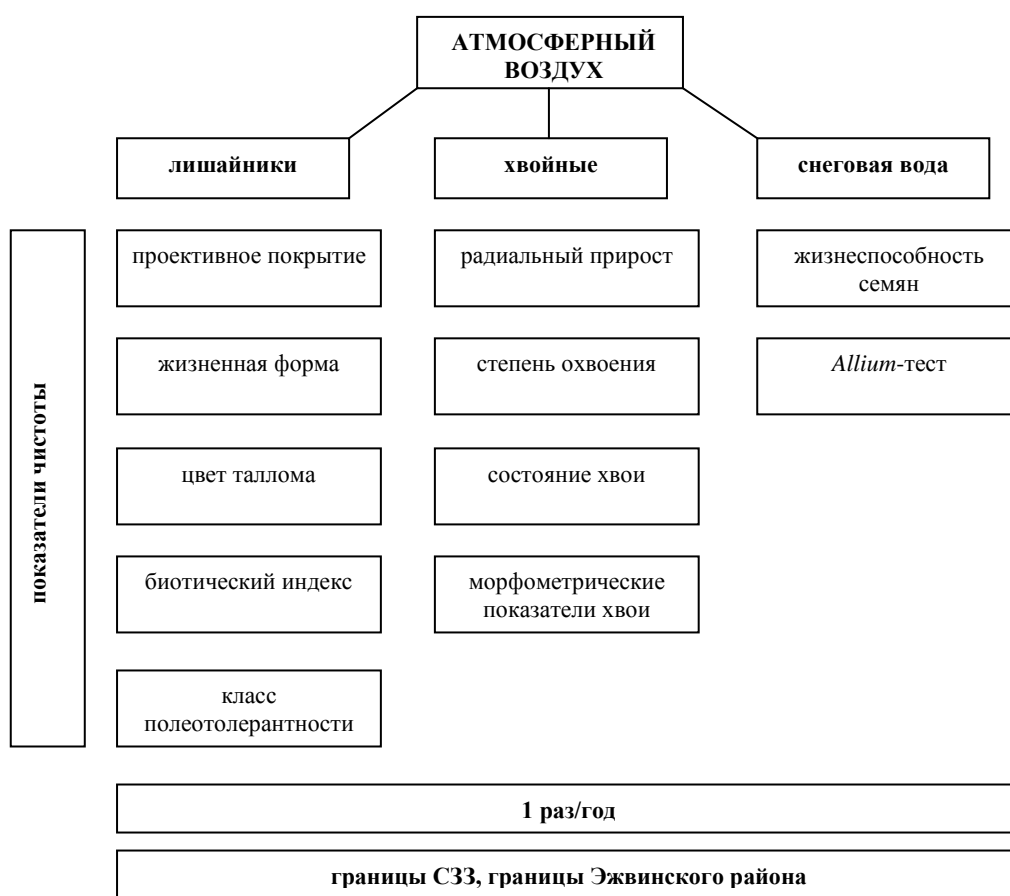
Оксиды углерода, азота и летучие органические соединения выбрасываются предприятием без очистки; древесная пыль улавливается рукавными фильтрами; присутствуют специфические загрязнители формальдегид и фенол. Всего на предприятии 166 организованных источников загрязнения атмосферы. Загрязненная вода от промывки технологического оборудования не сливается в канализацию, а используется в рецептуре приготовления клея. Системы охлаждения оборудования переведены на рециклинг. Полностью прекращено использование чистой воды для технологических целей [6]. Таким образом, наибольшее неблагоприятное воздействие СФЗ оказывает на атмосферный воздух, поэтому разработка этого направления биологического мониторинга в данном случае наиболее актуальна, учитывая направление ветра. Сыктывкар в целом относится к городам с низким уровнем загрязнения атмосферного воздуха [7], однако, по некоторым показателям, отражающим характер производственной деятельности региона, имеются граничные и даже превышающие ПДК среднегодовые значения. В частности по формальдегиду [8].

Применение биологического мониторинга для целей выявления конкретного воздействия СФЗ ограничено вследствие соседства с ОАО «Монди СЛПК», однако комплексное влияние на объекты окружающей среды оценить



можно. При этом необходимо учесть основные принципы его организации: во-первых, система должна охватывать все возможные объекты окружающей среды в зоне воздействия предприятия в штатном и аварийном режимах; во-вторых, маршрутные посты должны быть спроектированы таким образом, чтобы можно было сделать комплексную оценку биогеоценоза; в-третьих, для получения объективной картины влияния необходимо сравнение с данными фоновой территории; в-четвертых, биологический мониторинг дает объективные результаты лишь в сочетании с методами химического и экотоксикологического анализов. Все необходимые методики биологического мониторинга, правила пробоотбора, а также интерпретация результатов приведены в соответствующей литературе [4, 9].

Сокращенная система биологического мониторинга атмосферного воздуха представлена на рис. 5.



**Рис. 5.** Система биологического мониторинга атмосферного воздуха

Учитывая особенности выбросов в качестве объекта комплексной биоиндикации можно в первую очередь использовать лишайники и их низкую толерантность к диоксиду серы. В качестве субстрата может быть использована береза или тополь как наиболее распространенные виды. Основные требования: отсутствие видимых повреждений ствола, сопоставимость возраста дерева (старше 20 лет) и характера освещенности пробных площадок. Индикатором загрязненности воздушной среды сернистым газом являются также хвойные

растения. Чувствительность к нему убывает в последовательности: ель — пихта — сосна — лиственница [4]. При этом сосна также наиболее чувствительна к формальдегиду. Поэтому с учетом распространенности на исследуемой территории в качестве дополнительного индикатора предпочтительнее использовать сосну обыкновенную. Снежный покров является эффективным индикатором общего загрязнения атмосферы, накапливая в своем составе за счет естественных процессов практически все виды загрязняющих веществ. Поэтому использование снеговой воды в методах биологического мониторинга дополняет картину экологического благополучия окружающей среды.

Отбор проб можно производить один раз в год. Точки пробоотбора необходимо расположить с учетом наложения санитарно-защитных зон предприятий, на ее границе, а также на территории Эжвинского района г. Сыктывкара с учетом розы ветров. Точка пробоотбора для получения фоновых значений должна соответствовать направлению минимального воздействия предприятия.

Предложенная система является лишь частью большого комплекса средств под названием биологический мониторинг, однако даже в таком варианте при грамотном использовании в совокупности с другими методами она позволит не только оценить качество окружающей среды в динамике, но и, возможно, приблизит нас к «устойчивому развитию».

#### Библиографический список

1. Экспортные рекорды отечественной фанеры в 2016 году [Текст] // Леспром. — 2016. — № 7. — С. 142—149.
2. Профиль компании [Электронный ресурс] // Свеза. — Режим доступа: <http://www.sveza.ru/profile> (дата обращения: 06.02.2017)
3. О предприятии [Электронный ресурс] // Сыктывкарский фанерный завод. — Режим доступа: <http://www.plypan.com/about-us/> (дата обращения: 06.02.2017)
4. Ашихмина, Т.Я. Биологический мониторинг природно-техногенных систем [Текст] / Т. Я. Ашихмина, Н. М. Алалыкина. — Сыктывкар, 2011. — 388 с.
5. Архив погоды в Сыктывкаре [Электронный ресурс] // rp5.ru. — Режим доступа: [https://rp5.ru/%D0%90%D1%80%D1%85%D0%B8%D0%B2\\_%D0%BF%D0%BE%D0%B3%D0%BE%D0%B4%D1%8B\\_%D0%B2\\_%D0%A1%D1%8B%D0%BA%D1%82%D1%8B%D0%B2%D0%BA%D0%B0%D1%80%D0%B5\\_\(%D0%B0%D1%8D%D1%80%D0%BE%D0%BF%D0%BE%D1%80%D1%82\),\\_METAR](https://rp5.ru/%D0%90%D1%80%D1%85%D0%B8%D0%B2_%D0%BF%D0%BE%D0%B3%D0%BE%D0%B4%D1%8B_%D0%B2_%D0%A1%D1%8B%D0%BA%D1%82%D1%8B%D0%B2%D0%BA%D0%B0%D1%80%D0%B5_(%D0%B0%D1%8D%D1%80%D0%BE%D0%BF%D0%BE%D1%80%D1%82),_METAR) (дата обращения: 21.02.2017).
6. Экология [Электронный ресурс] // Сыктывкарский фанерный завод. — Режим доступа: <http://www.plypan.com/ecology/> (дата обращения: 17.02.2017).
7. Список городов России с наибольшим уровнем загрязнения атмосферного воздуха [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <http://voeikovmgo.ru/index.php/ru/izmenenie-klimata-v-rossii-v-xxi-veke?id=681> (дата обращения: 21.02.2017).
8. Среднегодовые концентрации формальдегида в городах на территории России по состоянию на 01.01.2016 [Электронный ресурс] // <http://voeikovmgo.ru>. — Режим доступа: <http://voeikovmgo.ru/index.php/ru/srednegodovye-kontsentratsii-formaldegida-v-gorodakh-na-territorii-rossii> (дата обращения: 21.02.2017).
9. Чеснокова, С. М. Биологические методы оценки качества объектов окружающей среды. Ч. 1. Методы биоиндикации / С. М. Чеснокова. — Владимир, 2007. — 84 с.

За время промышленной эксплуатации углеводородов в Республике Коми открыто 168 месторождений нефти и газа, построены заводы по переработке углеводородного сырья, проложено более 15 тыс. трубопроводов, одновременно с этим в регионе накопилось значительное количество проблем, требующих безотлагательного решения. Рассматриваются экологические проблемы, связанные с аварийными разливами нефти на транспортных системах, геологические риски и риски, вызванные наличием большого числа «бесхозных» старых скважин.

**Ключевые слова:** углеводороды, месторождения, пользование недрами, запасы нефти и газа.

**Н. Н. Тимонина,**  
кандидат геолого-минералогических наук  
(Институт геологии Коми НЦ УрО РАН)

## **ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ И ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ РИСКИ В РАЗВЕДКЕ И ДОБЫЧЕ НЕФТИ В РЕСПУБЛИКЕ КОМИ**

Пользование недрами (недропользование) в современной России имеет ряд особенностей. По Конституции недра и все полезные ископаемые принадлежат государству. Государство передает в аренду по лицензионным соглашениям участки (объекты) и содержащиеся в них полезные ископаемые отдельным лицам или компаниям, которые называются «недропользователь».

Как показывает практика, государственный контроль за деятельностью недропользователя в России осуществляется неэффективно. Государственные структуры озабочены лишь проблемой взимания налогов, геологические и экологические риски (проблемы) не снижаются [1].

Выделяют природные, техногенные, экологические, валютные, региональные, трансфертные, ценовые и другие риски, которые в сфере недропользования могут появляться при геологическом изучении и использовании недр как при государственном финансировании, так и привлечении средств инвесторов [2].

Эффективная деятельность нефтегазодобывающих предприятий в условиях рыночной экономики зависит не только от объема капиталовложений, но и от того, насколько верно предприятие-недропользователь предвидит дальнюю и ближнюю перспективу своего развития. Неопределенность информации о запасах месторождений, их геолого-технических характеристик, ценах на сырье, приводит к тому, что избежать рисков практически невозможно.

Средства, вложенные в поиски и разведку, являются частью инвестиций в предприятие по добыче полезного ископаемого, и уже на начальном этапе имеет риск не получить положительный результат и понести убытки [3]. Риск и неопределенность — постоянные спутники геолога-нефтяника. Процессы, приведшие к формированию месторождений нефти и газа, чрезвычайно сложны и до конца не познаны, поэтому ни одна из моделей не может соответствовать действительности. С другой стороны, поисково-разведочные работы требуют немалых затрат, далеко не каждый недропользователь располагает необходи-

мыми средствами. Принято считать, что поиски нефти и газа осуществляются в условиях неопределенности.

**Геологические риски.** Существует две категории геологических рисков: первая возникает при проведении геологоразведочных работ, вторая — в процессе эксплуатации месторождений.

Геологоразведка является одной из наиболее затратных отраслей, этот вид деятельности — один из наиболее рискованных для инвестиционных вложений. Помимо высокой капиталоемкости и длительных сроков окупаемости проектов, поисково-разведочные работы характеризуются неопределенностью прогнозных геологических показателей и оценок [4].

Разработка месторождений в республике ведется с 1930 г. Накопленная добыча составляет 578,8 млн т [5]. В настоящее время в разработку вовлекаются практически все месторождения с рентабельными для освоения запасами. Основные разрабатываемые месторождения вступили или вступают в стадию падающей добычи. Анализ состояния ресурсной базы свидетельствует, что по месторождениям, обеспечивающим порядка 60 % годовой добычи нефти, выработанность запасов составляет 49 %, а по газу ситуация значительно более угрожающая — выработанность запасов превышает 84 %.

С 2009 г. положение с воспроизводством запасов улучшилось, это произошло благодаря открытию компанией ООО «ЛУКОЙЛ-Коми» новых месторождений в Денисовской впадине. Благодаря активному проведению геологоразведочных работ компании удалось в четыре раза увеличить ресурсы нефти Денисовского лицензионного участка. Результатом этой работы стал значительный рост коэффициента восполнения за последние пять лет.

Эффективность работ подтверждается сделанными открытиями, которые позволили не только стабилизировать добычу нефти, но и постоянно наращивать ее объемы. Даже в США при высокоразвитых технологиях и богатом опыте ведения нефтепоисковых работ успешность поискового бурения на мелкие месторождений держится на уровне 17 %, из чего следует, что достоверность ресурсов на мельчайших месторождениях невысокая [4]

При проектировании и в процессе эксплуатации месторождений возникают риски, которые можно разделить на несколько групп [6]:

1. Неточность перемасштабирования заключается в несоответствии размеров реальной сетки скважин и толщины слоев реального коллектора с масштабом моделируемых ячеек в геологической модели. При таком несоответствии невозможно отразить мелкомасштабные вертикальные неоднородности и корректно смоделировать движение пластовых флюидов.

2. Недостаточный объем, качество и глубина охвата исследований.

3. Ошибочная интерпретация полученных данных.

Сочетание подобных просчетов во много явилось причиной падения объемов нефти в Ненецком автономном округе (НАО) в последние годы.

Падение объемов добычи в НАО для многих оказалось неожиданным, т.к. до недавнего времени считалось, что перспективы развития Тимано-Печорской Провинции связаны именно с месторождениями НАО. Однако практически все недропользователи, работающие на территории НАО, не выполняют свои про-

граммы по добыче. Так, объемы добычи ООО «РН-Северная нефть» сократились более чем вдвое: с 3,9 млн т в 2008 г. до 1,58 млн т в 2015 г. [5]. Можно привести целый ряд причин падения добычи на ведущих месторождениях по сравнению с утвержденными проектными документами. В большинстве случаев это произошло вследствие невыполнения программ эксплуатационного бурения, следующей причиной является создание некорректных геологических моделей месторождений. Чаще всего при подсчете запасов не учитывается генетический фактор образования залежей.

К сожалению, ежегодно объем добытой нефти оказывается меньше, чем предусмотрено действующими проектными документами на разработку месторождений. Причины этого кроются в невыполнении предусмотренных объемов эксплуатационного бурения, отставании сроков ввода объектов поддержания пластового давления, подготовки нефти, запаздывании по срокам ввода в разработку новых площадей.

Для рациональной разработки месторождений нефти необходимо выполнение ряда ключевых параметров, к которым относятся плотность и конфигурация сетки скважин, степень использования пробуренного фонда скважин, объемы и эффективность методов повышения нефтеотдачи пластов, эффективность системы поддержания пластового давления и т. д.

В последние годы происходит снижение средних дебитов скважин по нефти, что свидетельствует об ухудшении качества разрабатываемых запасов. Сказывается процесс старения длительно разрабатываемых месторождений. Дебиты новых скважин по нефти снизились с 16 до 12 т/сут., в том числе по новым скважинам уменьшились со 100 до 60 т в сутки [7]. Действующий эксплуатационный фонд скважин растет: с 2005 по 2015 г. он вырос почти на 35 %.

Согласно действующему законодательству разработка месторождений углеводородного сырья осуществляется на основе проектных технологических документов. Основные проектные решения и технологические показатели, установленные проектными документами на разработку, внесены в условия лицензионных соглашений.

В настоящее время контроль за соблюдением пользователями недр требований проектной технологической документации на всех этапах разработки месторождений осуществляет Северо-Западная нефтегазовая секция ЦКР Роснедр по УВС. В условиях, когда изменениями и дополнениями, внесенными в действующее законодательство, органы государственной власти субъектов Российской Федерации были практически отстранены от участия в управлении основным фондом недр, Северо-Западная нефтегазовая секция остается действенным рычагом воздействия региональных властей на недропользователей, работающих в регионе.

Результатом работы комиссии является заметное укрепление нефтегазодобывающими предприятиями Республики Коми и Ненецкого автономного округа проектной дисциплины и соблюдения горного законодательства, особенно в части рациональной разработки месторождений. За более чем 20 лет работы комиссии рассмотрено около 800 проектных технологических документов на разработку месторождений углеводородного сырья.

Все новые проектные документы подготовлены на основе геолого-гидродинамических моделей залежи, позволяющих наиболее полно учесть особенности геологического строения, обосновать рациональную систему разработки и эффективность современных технологий нефтедобычи. В целом же качество проектирования остается невысоким. Анализ рассмотрения проектных документов на разработку показывает, что низкий их уровень в значительной степени связан с недостаточным качеством изучения особенностей геологического строения и всестороннего контроля разработки, отсутствием необходимой промысловой информации о протекающих в пластах процессах. Как следствие создание геологических моделей осуществляется либо в условиях на недостаточно достоверной информации, либо вообще ее отсутствия.

Авторы, стремясь непременно построить геологическую модель при недостатке первичной геологической информации, прибегают к произвольным допущениям, необоснованным аналогиям, домыслам и догадкам, из-за чего построенные геологические модели неадекватны реальным условиям. Фильтрационные модели строятся на неадекватных, осредненных, огрубленных геологических моделях, поэтому расчеты, выполненные на таких моделях, не отражают реальные режимы течения [6].

К основным недостаткам при составлении проектов следует отнести:

- слабую взаимосвязь геологической и технологической части: зачастую в разделах геологического строения приводятся подробные сведения о результатах исследования керна, о структуре порового пространства, трещиноватости, кавернозности, литолого-фациальной изменчивости коллекторов; устанавливаются различия фильтрационно-емкостных свойств по пачкам, интервалам, но в дальнейшем эта информация никак не используется — ни в анализе разработки, ни в технологии вскрытия, ни в обосновании технологических режимов работы скважин;

- коэффициенты вытеснения нефти водой определяются в недостаточном объеме. Для мелких месторождений коэффициенты вытеснения принимаются, как правило, по аналогии, причем выбор аналогов, за исключением литологической принадлежности, никак не обоснован.

- анализ состояния разработки зачастую выполнен поверхностно: приводятся данные о текущих отборах, накопленных показателях, фонд скважин. Практически нигде нет оценки эффективности геолого-технических мероприятий (ГТМ), динамики коэффициентов продуктивности по скважинам; не выполняется анализ неудачных ГТМ, отсутствия эффекта от бурения боковых стволов;

- в большинстве проектных документов программа исследовательских работ составлена формально — без указания объемов сейсмоки, количества, номеров скважин, интервалов, в которых рекомендуется отбор керна. Редко рекомендуются, и ещё реже применяются новейшие методы каротажа и промыслово-геофизических исследований.

Недропользователи зачастую обеспокоены только добычей нефти и редко реализуют в полном объеме утвержденную программу промыслово-исследовательских, лабораторно-аналитических и даже опытно-промысловых работ. В дальнейшем всё это сказывается на качестве проектирования

Недра и полезные ископаемые, находящиеся в них, принадлежат государству, которое временно предоставляет их недропользователям для поиска, разведки и добычи полезных ископаемых. Разработка месторождений должна вестись в полном соответствии с технологическими проектными документами, прошедшими Государственную экспертизу. В проектных документах должны быть учтены интересы государства и недропользователя. При разработке месторождений необходимо обеспечить охрану недр, окружающей среды и безопасные методы проведения всех видов работ. При экономической оценке вариантов разработки расчеты следует проводить по единым для каждого региона нормативам. Эксплуатация на всем протяжении жизни месторождения должна сопровождаться проведением исследований по контролю за процессом разработки и выработки запасов углеводородов, мониторингом разработки залежей.

Контроль за деятельностью недропользователей должен производиться на уровне субъектов Федерации, которые призваны осуществлять мониторинг разработки и обустройства месторождений, включая выполнение проектных решений, внедрение методов увеличения нефтеотдачи с последующим принятием управленческих решений по нормализации выявленных нарушений. Наряду с применением экономических санкций за нарушение недропользователями обязательств, необходимо предусмотреть стимулирование рационального использования запасов и повышения коэффициента извлечения нефти, применения новых более совершенных технологий повышения нефтеотдачи.

**Экологические риски.** Основными факторами негативного антропогенного воздействия на окружающую среду остаются выбросы и сбросы загрязняющих веществ в атмосферный воздух и водоемы, нарушение состояния земель, чрезвычайные ситуации и аварии на транспортных системах и промышленных объектах, в том числе все растущее их количество в нефтегазовом секторе.

В процессе хозяйственной деятельности предприятий периодически возникают техногенные аварии и инциденты, связанные с разливами нефти и загрязнением окружающей среды. К сожалению, прослеживается тенденция увеличения количества аварийных ситуаций. Так, в 2009 г. в Республике Коми зафиксировано 6 случаев аварийных ситуаций, связанных с разливами нефти и нефтесодержащей жидкости, которые произошли на межпромысловых нефтепроводах [8]. В 2010 г. произошло 11 инцидентов, связанных с разливом нефти и нефтепродуктов в окружающую природную среду, в том числе семь — с попаданием в водный объект, в 2015 г. зарегистрировано 13 аварийных ситуаций на нефтепроводах с объемом разлива 86,9 куб. м и площадью загрязнения 10007 кв. м [9].

В результате порывов нефтепроводов отмечается ежегодное увеличение площади загрязненных нефтью земель. В настоящее время реестром учтено 1902,4 га земель, из них площадь восстановленных земель составила 1547,8 га [9].

Серьезным источником экологических рисков являются бесхозные скважины. На территории Республики Коми за время проведения геологоразведочных работ на нефть и газ было пробурено около 4500 скважин.

В ходе приватизации предприятия включили в свой уставный капитал только продуктивные скважины, находящиеся в пределах месторождений, ликвидированные скважины остались бесхозными.

В 1999—2000 гг. действовал план ликвидационно-изоляционных работ и рекультивации нарушенных земель, в соответствии с которым в государственные контракты на проведение ГРП были включены работы по ликвидации скважин, рекультивации нарушенных земель и обследованию устьев ликвидированных скважин. Были предусмотрены работы по ликвидации 10 продуктивных скважин, находящихся в консервации более 15 лет и в продукции которых содержание сероводорода превышает 0,8 %.

Ликвидацию глубоких скважин осуществлял ряд предприятий за счет отчислений на воспроизводство минерально-сырьевой базы (ВМСБ), консолидируемых в бюджете Республики Коми, проводили ликвидационно-изоляционные в стволе и на устье, демонтаж и вывоз оборудования, рекультивацию и сдачу земель, после чего скважины передавались на баланс ГФУП «Ухтанефтегазгеология». С 2002 г., в связи с резким сокращением финансирования геологоразведочных работ, работы по учету, ликвидации и надзору за фондом ликвидированных скважин прекратились.

Безнадзорный фонд ликвидированных скважин представляет собой серьезную угрозу для окружающей среды, на территории республики существует несколько экологически неблагоприятных регионов.

К ним относится, в первую очередь, Интинско-Лемвинская зона (Интинский район), где сосредоточен основной объем сероводородсодержащих скважин как ликвидированных, так и находящихся в консервации. Вторым экологически опасным районом, где практически в каждой скважине были отмечены признаки газонности, являются южная часть Верхнепечорской впадины, Джебольская моноклиналь, юго-западное Притиманье. На Чибьюском месторождении, контур продуктивности которого заходит в черту г. Ухта, отмечаются нефтепроявления.

Для обеспечения безопасности необходимо проводить следующие виды работ: регулярный осмотр устьев ликвидированных скважин; ликвидацию сероводородсодержащих скважин, ремонт и восстановление устьев ликвидированных скважин.

Неблагоприятная экологическая обстановка в сфере развития топливно-энергетического комплекса во многом обусловлена недостаточным финансированием природоохранных мероприятий, высокой степенью аварийности объектов инфраструктуры. Наиболее важным элементом экономического механизма регулирования недропользования остается система платежей за загрязнение окружающей среды, но как показывает опыт только карательными мерами невозможно разрешить тот клубок проблем, который накапливался десятилетиями.

Исходя из вышесказанного, для снижения геологических и проектных рисков необходимо уже на начальных этапах освоения территории проводить качественные и наиболее полные геологические исследования.

С ростом разведанности недр открываемые объекты становятся все более мелкими, возрастает риск нерентабельности их освоения. В этом случае особенно остро стоит вопрос о повышении достоверности оценки ресурсов и прогноза ожидаемых запасов каждого объекта.

Для минимизации экологических рисков в ходе интенсивного освоения нефтегазовых ресурсов территории, необходимы разработка и неукоснительное



выполнение целого комплекса мероприятий, среди которых можно отметить следующие.

Обновление фондов транспортной инфраструктуры в опережающем темпе, учет при проектировании наличия многолетней мерзлоты. В тактическом плане компаниям необходимо сосредоточить усилия на обновлении добывающей инфраструктуры с применением новейших достижений в сфере защиты поверхностей труб. Особое внимание следует уделять контролю за состоянием многолетнемерзлых пород, оборудовать площадки наблюдения за ММП и применять современные способы строительства нефтепроводов в условиях многолетней мерзлоты, недопустимо нарушение равновесного состояния тундры.

Для контроля за состоянием «бесхозных» скважин необходимо создать региональную программу, включающую не только мероприятия по мониторингу, но и меры, направленные на ликвидацию скважин. Состояние фонда ликвидированных и законсервированных скважина территории Республики Коми остается одной из наиболее сложных проблем, т.к. решение ее требует колоссальных затрат, которые пока не в состоянии вынести не только региональные бюджеты, но и федеральный бюджет. Кроме того, следовало бы предусмотреть систему налоговых льгот для компаний, осуществляющих контроль за состоянием бесхозных скважин на сопредельных участках, отнесенных к нераспределенному фонду.

#### **Библиографический список**

1. Запивалов, Н. П. Геологические и экологические риски в разведке и добыче нефти [Текст] / Н. П. Запивалов // Георесурсы. — 2013. — № 3 (53). — С. 3—5.
2. Пыткин, А. Н. Основные инвестиционные риски недропользования в Арктическом регионе [Текст] / А. Н. Пыткин, Д. А. Баландин // Российское предпринимательство. — 2013. — № 6 (228). — С. 39—47.
3. Оценка нефтегазовых ресурсов с учетом геологического и экономического рисков [Текст]. — Сыктывкар, 2000. — 104 с.
4. Отмас, А. А. К вопросу о достоверности оценок и геологических рисках при проведении геологоразведочных работ (на примере Калининградской области) [Текст] / А. А. Отмас // Геология, геофизика и разработка нефтяных и газовых месторождений. — 2006. — № 8. — С. 35—40.
5. Куранов, А. В. Результаты оценки начальных суммарных ресурсов углеводородного сырья Республики Коми [Текст] / А. В. Куранов, А. А. Кутлинский, М. С. Желудова [и др.] // Горный журнал. — 2013. — № 9. — С. 57—61.
6. Тасмуханова, А. Е. Системно-методический подход к оценке рисков при планировании деятельности нефтегазодобывающих предприятий [Текст] / А. Е. Тасмуханова // Нефтегазовое дело. — 2006. — С. 2—21.
7. Тимонина, Н. Н. Проблемы повышения эффективности разработки месторождений нефти в Республике Коми [Текст] / Н. Н. Тимонина, Н. И. Тимушев, Т. М. Фаддеева // Вестник Ин-та геологии Коми НЦ УрО РАН. — 2013. — № 11 (227). — С. 39—42.
8. Государственный доклад «О состоянии окружающей природной среды Республики Коми в 2013 году»/Министерство природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Коми [Текст]. — Сыктывкар, 2013. — 199 с.
9. Государственный доклад «О состоянии окружающей природной среды Республики Коми в 2013 году» [Текст] / Министерство природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Коми. — Сыктывкар, 2015. — 173 с.

# КРУГЛЫЙ СТОЛ «ПРОБЛЕМЫ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ВУЗА С РАБОТОДАТЕЛЯМИ ПРИ ПЕРЕХОДЕ К ДУАЛЬНОМУ ОБРАЗОВАНИЮ»

УДК 338.(470)

Изложены методологические предпосылки системного подхода к формированию системы управления созданием совокупной ценности (стоимости), предполагающей принятие управленческих решений компанией с учетом социальных последствий как для самой фирмы, так и для интересов общества. Переход от традиционно-трактуемого управления заинтересованными сторонами к менеджменту заинтересованных сторон подразумевает активное участие последних в создании совокупной ценности, а также представленные принципы реализации системы управления корпоративно-общественной интеграции. На основе сбалансированной системы показателей разработана методика расчета эмерджентного эффекта. На его основе предложен новый показатель «эмерджентный капитал» для оценки деятельности компании при создании совокупной ценности.

**Ключевые слова:** Совокупная ценность, менеджмент заинтересованных сторон, системный подход, корпоративно-общественная интеграция, эмерджентный капитал.

**Н. М. Большаков,**  
доктор экономических наук, профессор;  
**И. И. Иваницкая,**  
кандидат экономических наук  
(Сыктывкарский лесной институт)

## УПРАВЛЕНИЕ ПРОЦЕССОМ СОЗДАНИЯ СОВОКУПНЫХ ЦЕННОСТЕЙ

Социально ответственное стратегическое управление созданием совокупных ценностей означает не только корпоративное управление с позиций КСО, но и требует, что представляется особенно важным, системного подхода. Системный подход предполагает осуществление управления процессом создания совокупной ценности с позиции целостности, т. е. проблема рассматривается с разных точек зрения: экономической, социальной, экологической, информационной, технологической, институциональной, инфраструктурной. Понятие целостности основывается на предположении, что система представляет собой нечто большее, а иногда и качественно отличное, чем сумма составляющих частей. Проявление этих свойств принято называть эмерджентностью (от англ. *emergent* — неожиданно возникающее). Схематично явление эмерджентности можно представить следующим образом:

$$\mathcal{E}_1 + \mathcal{E}_2 + \dots + \mathcal{E}_n < \mathcal{E}_0, \quad (1)$$

где  $\mathcal{E}_1 + \mathcal{E}_2 + \dots + \mathcal{E}_n$  — эффекты деятельности отдельных частей системы;  $\mathcal{E}_0$  — эффект деятельности системы как целостного явления [1].

Исходя из нашей трактовки совокупных ценностей, вся система управления должна строиться на тех же основаниях уникального позиционирования, что и отношение компании с ее конкурентами, поставщиками и потребителями.

Основным критерием при выборе объекта совокупных ценностей выступает возможность создания ценности как для фирмы, так и для общества. Стратегическая корпоративная социальная ответственность включает в себя два основных измерения, соответствующих отраслевой концепции<sup>8</sup>: воздействие конкурентной среды на фирму, и, наоборот, воздействие фирмы на конкурентную среду. Она охватывает, во-первых, стратегическую филантропию, благотворительность, улучшающую конкурентную позицию компании в отрасли: во-вторых, трансформацию цепочки создания ценности, осуществляемую в процессе создания соответствующих инновационных совокупных ценностей. Таким образом, стратегическая корпоративная социальная ответственность подразумевает интеграцию создания совокупных ценностей в корпоративную стратегию, причем интеграцию, способную обогатить эту стратегию, за счет повышения потенциала компании в создании совокупной ценности.

Концепция создания совокупной ценности показывает преимущества прагматического подхода как методологической основы анализа отношений бизнеса и общества. Усилия, направленные на поиск совокупных ценностей как в практике ежедневных операций, так и в решении социальных вопросов конкурентной среды, способны не только ускорить экономическое и социальное развитие, но и изменить взгляд компаний и общества друг на друга, перейти от терминологии корпоративной социальной ответственности к корпоративно-общественной интеграции (КОИ). Достижение компанией устойчивых конкурентных преимуществ на основе КОИ требует комплексного подхода, включающего в себя не столько анализ конкурентной среды, сколько развитие соответствующих материальных и нематериальных активов в рамках взаимодействия со всей системой заинтересованных сторон. Соответственно механизм системы, применяемые методы, средства и инструменты должны быть ориентированы на эту цель, адекватны ей.

В настоящее время концепция создания совокупной ценности не имеет должного теоретического обоснования, отсутствует единый подход к определению понятия совокупной ценности в контексте корпоративно-общественной интеграции. Вопросы интегрированного планирования совокупных ценностей, информационной их поддержки в контексте социальной ответственности не рассматриваются. Недостаточность научной проработанности обусловливаемых требованиям времени проблем КСИ требуют их научного обоснования (прежде всего с принципиальных методологических позиций, являющихся основой исследования), интеграции концепции социальной ответственности в модель управления созданием совокупных ценностей, базирующего на принципах концепции заинтересованных сторон (*stakeholderconcept*) [2]. Эта концепция позволяет персонифицировать и конкретизировать все элементы корпоративной социальной деятельности по созданию совокупной ценности, направленной на удовлетворение ожиданий конкретных заинтересованных сторон (стейкхолдеров).

---

<sup>8</sup> Концепция — общее ведение вопроса с определенной точки зрения.

**Методологические предпосылки подхода к формированию системы управления созданием совокупной ценности.** Методологический подход<sup>9</sup> к пониманию стратегического управления в целостной концепции создания совокупной ценности (ССЦ), реализации задач концепции ССЦ базируется на универсальных принципах системности, представленной в тех или иных актуальных трактовках, таких как корпоративное гражданство [3] и корпоративная устойчивость) [5]. Причем в условиях турбулентной среды особые преимущества получает концепция динамических способностей к устойчивости. [4] Важно отметить, что концепция корпоративного гражданства воспринимается бизнесом как прагматичная, практико-ориентированная, поскольку «корпорациям» предлагается не столько соглашаться с призывами ученых... становиться более «социально ответственными», сколько формулировать собственную программу того, как стать «хорошим корпоративным гражданином» [3]. Системный подход включает также и другие принципы, в частности выявление сущности взаимодействия, логистической координации и интегрированного стратегического планирования процессов реализации бизнес-целей и задач создания совокупной ценности с использованием интеграционных преимуществ.

Идея логистики здесь реализуется в своей классической интерпретации — минимизация, издержек, связанных с обеспечением задач социальной ответственности, обусловленная согласованностью действий, выходом на более высокий уровень интеграции бизнеса и общества, объединением возможности каждого из них.

Под управлением совокупной ценностью следует понимать процесс целенаправленного воздействия на подсистемы логистической системы, которые связаны с продвижением совокупной ценности от производителя к местам конечного потребления.

Совокупная ценность становится результатом совместных действий производителя, поставщика и потребителей готовой совокупной ценности, проведения ими согласованной политики в ключевых вопросах обеспечения задач по созданию совокупной ценности, выхода их на принципиально новый уровень взаимодействия. Причем опорная компания в этом случае является не только корпоративным субъектом общества, но и превращается в интегратора совокупной ценности, становится, отвечая на ожидания общества, интеграционным центром, участники создания совокупной ценности превращаются в социальных ответственных субъектов, а корпоративно-общественная интеграция (КОИ) — в критерий идентификации и интеграции участников создания совокупной ценности.

Рассмотрение корпоративно-общественной интеграции с позиций системного подхода предопределяет не только необходимость определения термина «управление созданием совокупных ценностей», но уточнения и раскрытия сущностей характеристики термина и его атрибутов: субъекта (источника) и объекта — субъектами создания совокупной ценности являются ее участники, которые посредством различных приемов и способов управленческого воздействия осуществляют целенаправленные обеспечение объекта управления объ-

---

<sup>9</sup> Подход — совокупность приемов и методов.

ектом управления являются совокупные ценности и экономические отношения между участниками — создания совокупной ценности в процессе реализации корпоративно-общественной интеграции.

Экономическая сфера корпоративно-общественной интеграции — это область реализации бизнес-процессов компании. Отклик компании на запросы общества способствует устойчивому ее развитию, т. е. делает КОИ неотъемлемой частью управления в интересах устойчивого развития. Корпоративно-общественная интеграция выступает как стандартная часть управленческой деятельности компании.

В целом системный подход к управлению процессом корпоративно-общественной интеграцией предполагает принятие управленческих решений компанией с учетом социальных последствий как для самой компании (удовлетворение экономических критериев), так и для интересов сообщества.

Возможности корпоративно-общественной интеграции компании выступают как весовые составляющие ее конкурентоспособности, необходимое условие ее устойчивости.

Корпоративно-общественная интеграция — это решение, принимаемые всеми субъектами в интересах каждого ее участника, для достижения эмерджентного эффекта управления. С точки зрения данной концепции процесс реализации КОИ означает технику, науку и искусство осуществления рациональных затрат на решение социальных проблем общества.

Сущность корпоративно-общественной интеграции позволяет считать эту концепцию управленческой инновацией, так как она предполагает использование принципиально иного подхода к управлению созданием совокупных ценностей, и особенно к методологии оценки их функционирования.

Иерархия уровней ответственности участников корпоративно-общественной интеграции включает управление развитием и поддержанием отношений активов и превращение их в ключевую концепция менеджмента как основное средство достижения устойчивого развития. Менеджеры корпорации обязаны знать и уважать все ожидания сообщества. Переход от традиционно трактуемого управления заинтересованными сторонами к менеджменту заинтересованных сторон, подразумевающему активное участие последних в создании совокупных ценностей позволяет не только глубже осознавать эти ожидания, но и активно влиять на основную деятельность компании. Степень этого влияния можно измерить с помощью оценки ключевых показателей-капитализации совокупных ресурсов путем превращения их в процесс создания совокупной ценности, прибыли, показателей экологических и социальных, в частности показателей окупаемости инвестиций, направляемых в создание совокупной ценности. Программа социальной ответственности региона в значительной степени обеспечивается органами государственной власти путем бюджетного финансирования, (сформированные инвестиции), социально-значимых проектов развития муниципальных образований. Однако использование корпоративно-общественной интеграции для решения социальных проблем позволит снизить нагрузку на государственные бюджеты всех уровней, что особенно важно в современных условиях экономического кризиса.

**Принципы реализации системы управления корпоративно-общественной интеграцией.** Реализация корпоративно-общественной интеграции как цепочек создания программы совокупных добавленных ценностей — это стратегический ресурс, обеспечивающий решение важнейших задач социально-экономического развития страны, эффективный инструмент согласования ценностей бизнеса, общества и государства. Трудности решения рассматриваемых проблем КОИ обуславливаются отсутствием в настоящее время у многих российских предприятий единой системы скоординированных стандартов социальной деятельности как части корпоративного менеджмента, отсутствием законодательных актов реализации социальных программ; федеральной методики оценки эффективности социальных проектов; мотивации в реализации задач корпоративно-общественной интеграции.

Реализация концепции управления корпоративно-общественной интеграцией, являющейся важнейшей многоаспектной проблемой, требует теоретического обоснования качественно иного подхода к стратегии взаимодействия бизнеса и общества, предусматривает необходимость решения сложного комплекса технических, технологических и нормативно-правовых вопросов, разработки и поэтапной реализации моделей, алгоритмов и инструментов стратегического и тактического планирования, управления корпоративно-общественной интеграцией.

Стратегия управления КОИ — это долгосрочное прогнозирование, стратегическое планирование, выработка обоснованной концепции и программы, адаптированной к неопределенной ситуации среды, направленной на достижение долгосрочных целей по управлению корпоративно-общественной интеграцией в условиях воздействия нестабильной внешней среды.

Модели стратегического планирования КОИ представляют собой формализованные и структурированные процедуры разработки интегрированной стратегии бизнес-процессов. Тактика управления КОИ — это организованная совокупность управленческих органов и объектов управления, мероприятий, моделей, средств, функций, процессов, приемов и программных продуктов, новых эффективных методов управления. Это разработка оперативной политики управления рисками, ресурсами, коммуникациями, обеспечение постоянного мониторинга ключевых целевых параметров взаимоотношений бизнеса и общества. Формирование критериев, сбалансированной системы показателей оценки эффективности управления корпоративно-общественной интеграцией. Исследование проблемы управления КОИ осуществляется в связи с этим исходя из принципов системного подхода в различных, определяющих направления исследований, координатных плоскостях: стратегической, функциональной — внешней, и элементной, структурной — внутренней.

Внешний стратегический вектор исследования функционирования системы управления КОИ — это выявление внешних координационных и субкоординационных функций системы, рассмотрение еще на стадии проектирования перспективы создания совокупных ценностей с позиций как бизнес-процессов, так и корпоративно-общественной интеграции.

Элементный структурный вектор исследования — это внутреннее содержание, функционирование цепочек добавленной стоимости с позиций создания совокупной ценности, характеризующие взаимодействие, технологическую интеграцию, межорганизационную координацию и кооперацию контрагентов цепочек добавленной стоимости с достижением максимальной синергии.

Для успешного управления компанией в условиях корпоративно-общественной интеграции необходимо научиться измерять системный эффект. Системный (эмерджентный) эффект (как часть прибыли) достигается оптимальным взаимодействием ресурсных элементов социально-экономической системы компании, которые представлены как предметы труда, труд работников, капитал и предпринимательские способности руководителей (менеджеров), информационные ресурсы и технологии. Экономическая модель компании при социализированном подходе характеризуется следующим выражением:

$$\Pi^c = V^c - \Phi_1^c - \Phi_2^c - \Phi_3^c, \quad (2)$$

где  $\Pi^c$  — социализированная прибыль компании за год, руб.;  $V^c$  — социализированная выручка от реализации продукции (услуг), руб.;  $\Phi_1^c$  — социализированные переменные издержки производства, руб.;  $\Phi_2^c$  — социализированные постоянные издержки, руб.;  $\Phi_3^c$  — издержки, связанные с созданием совокупной ценности, руб.

В обобщенной форме использованные ресурсы принимают форму себестоимости продукции (услуг). Основным обобщающим показателем эффективности компании как социально-экономической системы, который отражает все стороны ее хозяйственной деятельности выступает прибыль. Максимальная прибыль достигается во взаимодействии внутренних и внешних факторов деятельности компании.

Примем, что отдача (прибыль) совокупности ресурсных элементов равна банковскому проценту ( $r$ ), умноженному на себестоимость производства (стоимость использованных ресурсов).

Тогда системный (эмерджентный) эффект управления процессом создания совокупной ценности можно выразить следующим образом:

$$\mathcal{E}_{эм}^c = \Pi^c - r(\Phi_1 + \Phi_2 + \Phi_3), \quad (3)$$

где  $\mathcal{E}_{эм}^c$  — эмерджентный эффект управления процессом создания совокупной ценности как социально-экономической системой, руб.

При вычислении величины эмерджентного эффекта для конкретной компании возможны три варианта (рис. 1):

1. Эмерджентный эффект больше нуля ( $\mathcal{E}_{эм}^c > 0$ ), показывает, что компания удовлетворяет требования создания системы совокупной ценности. Угроза возникновения социальной напряженности не ожидается. Чем больше значение эмерджентного эффекта, тем выше результаты корпоративно-общественной интеграции.

2. Эмерджентный эффект равен нулю ( $\mathcal{E}_{эм}^c = 0$ ). Элементы системы хозяйственного механизма несогласованны. В этом случае над компанией может

возникнуть серьезная угроза социальной напряженности с местным сообществом. Компании необходимо предпринять действенные меры для обеспечения согласования ценностей.

3. Эмерджентный эффект меньше нуля ( $\mathcal{E}_{\text{эм}}^c > 0$ ). Элементы системы игнорируют общественные цели ради достижения своих локальных интересов. Под угрозой находится основная, главнейшая уникальная ценность управления, а именно: выживание компании как организации.

Вариант 1		Вариант 2		Вариант 3	
Выручка ( $V^c$ )	Прибыль ( $\Pi^c$ )	Эмерджентный эффект ( $\mathcal{E}_{\text{эм}}^c > 0$ )	Выручка ( $V^c$ )	Прибыль ( $\Pi^c$ )	Эмерджентный эффект ( $\mathcal{E}_{\text{эм}}^c = 0$ )
		Отдача переменных затрат ( $r \cdot \Phi_1^c$ )			Отдача переменных затрат ( $r \cdot \Phi_1^c$ )
		Отдача постоянных затрат ( $r \cdot \Phi_2^c$ )			Отдача постоянных затрат ( $r \cdot \Phi_2^c$ )
		Отдача социальных затрат ( $r \cdot \Phi_3^c$ )			Отдача социальных затрат ( $r \cdot \Phi_3^c$ )
Затраты $\Phi_1^c + \Phi_2^c + \Phi_3^c$		Затраты $\Phi_1^c + \Phi_2^c + \Phi_3^c$		Затраты $\Phi_1^c + \Phi_2^c + \Phi_3^c$	

Рис. 1. Виртуальные варианты величины «эмерджентного эффекта»

Расчет эмерджентного эффекта на условном примере в табл. 1.

Таблица 1. Расчет виртуального «эмерджентного эффекта» при  $r = 10\%$

Показатели	Варианты		
	1	2	3
1. Выручка ( $V^c$ ), млн руб. в год	300	300	300
2. Переменные затраты ( $\Phi_1^c$ ), млн руб.	132	152	172
3. Постоянные затраты ( $\Phi_2^c$ ), млн руб.	54	34	14
4. Социальные затраты ( $\Phi_3^c$ ), млн руб.	34	54	74
5. Прибыль ( $\Pi^c$ ), млн руб	80	60	40
6. Рентабельность ( $\Pi^c/V^c$ ), доли ед.	0,27	0,20	0,13
7. Годовой банковский процент ( $r$ ), доли ед.	0,1	0,1	0,1
8. Отдача переменных затрат ( $\Pi_{\Phi_1}^c = r \cdot \Phi_1$ ), млн руб.	13,2	15,2	17,2
9. Доля в прибыли ( $\Pi_{\Phi_1}^c / \Pi \cdot 100$ ), %	16,5	25,30	43,0
10. Отдача постоянных затрат ( $\Pi_{\Phi_2}^c = r \cdot \Phi_2$ ), млн руб. в год	5,4	3,4	1,4
11. Доля в прибыли ( $\Pi_{\Phi_2}^c / \Pi \cdot 100$ ), %	6,75	5,7	3,5
12. Отдача социальных затрат ( $\Pi_{\Phi_3}^c = r \cdot \Phi_3$ ), млн руб. в год	3,4	5,4	7,4
13. Доля в прибыли ( $\Pi_{\Phi_3}^c / \Pi \cdot 100$ ), %	4,25	9,0	18,5
14. Эмерджентный эффект ( $\mathcal{E}_{\text{эм}} = \Pi - (\Pi_{\Phi_1} - \Pi_{\Phi_2} - \Pi_{\Phi_3})$ )	58,0	36,0	14,0
14а. Доля в прибыли ( $\mathcal{E}_{\text{эм}}/\Pi \cdot 100$ ), %	72,5	60,0	35,0
15. Эмерджентный капитал ( $\mathcal{E}_k = \mathcal{E}_{\text{эм}} / r$ ), млн руб.	725	600	350



Таким образом, эмерджентный эффект может использоваться для решения задач анализа и оценки предпринимательских способностей менеджеров компании и выработки мотивационной системы, при разработке корпоративной стратегии. С его помощью можно вычислить новый показатель «эмерджентный капитал» для оценки деятельности компании при создании совокупной ценности.

Учет системного эффекта (эмерджентного эффекта) требует изучения, измерения и оценки влияния отдельных эндо — и экзогенных факторов на экономические показатели компании. Анализ компании как системы позволит выявить и главные направления конкретного изучения возможностей более полного использования свойств целостности, эмерджентных свойств при управлении компанией с целью повышения эффективности процесса управления. Такое целостное рассмотрение взаимосвязей различных элементов компании как социально-экономической системы представляет основу регулирования ее развития, сочетания всей совокупности коллективных и личных интересов и отношений с сообществом, а также мобилизации их усилий для осуществления стратегических целей компании при реализации корпоративно- общественной интеграции.

Поиск оптимального решения задачи развития компании с учетом системного эффекта заставляет прибегать к моделированию. Особо важное методическое значение здесь имеют такие принципы управления социально-экономическими системами, такие как принцип иерархии (определении уровней внутреннего строения системы), динамизма, детерминизма (возникновения качественного своеобразия системы) и принцип автономности.

Принцип построения иерархии систем является одним из основополагающих методологических оснований системного подхода. Каждую составную часть сложной системы можно рассматривать как самостоятельную систему. При этом каждая из них обладает своими свойствами, в частности, своей структурой аттракторов (аттрактор — притягивающий, центр притяжения, состояние системы, которое может быть устойчиво реализовано). Системы иерархичны, существует определенная последовательность включения систем более низкого уровня в системы более высокого уровня. Идея иерархии получает свое развитие и высокую оценку в исследованиях сложных систем, таких как корпоративно-общественная интеграция. Сложность систем подрывает их устойчивость, если не умеряется иерархической структурой. Недостаточное внимание к проблеме иерархии можно объяснить тем, что представление об иерархии в России все еще ассоциируется с отношениями управления, свойственными бюрократическим структурам административно-командных общественных систем. Познание иерархий воздействует и на сами способы управления компанией при создании совокупных ценностей. Последнее означает необходимость учета многофакторной специфики лесопромышленной компании как объективно существующей социально-экономической системы, развивающейся на основе своих объективных внутренних законов, приводящих к ее самоорганизации и упорядочению.

В этих условиях важно определить систему ценностей, приоритетов и целей для реализации того или иного сценария развития. Перед любой лесопромышленной компанией постоянно стоит один и тот же вопрос: расширить или

сокращать объем деятельности? Окончательное решение следует принимать, руководствуясь интересами не одной группы, а интересами организации и общества территории, где она ведет свой бизнес.

Страстное стремление получить больше только ради того, чтобы стать больше характерно не только для руководителей компаний. Рассматриваемая как живой организм компания обладает удивительным свойством: тенденцией к росту ради самого роста независимо от мотивов отдельных индивидов и их групп [Гелбрейт, 1969].

Таким образом, компания (совет директоров и собственники) может приступить к построению собственной модели роста инвестиционной привлекательности, включив в нее три элемента: решения (стратегические программы), исход (бизнес-план) и выигрыш (рыночная капитализация) располагая информацией о ценностях экономических субъектов компании, совет директоров и топ-менеджеры формируют глобальные (стратегические) цели компании, часть которых наполняют количественным содержанием и раскрывают более детально. Ими могут быть, например, доход на акцию, прибыль на инвестированный капитал, рост объема реализации, создание совокупных ценностей, дивиденды и т. д.

В расширенном виде модель выработки стратегических решений руководителями компании высшего звена содержит примерно следующие параметры [Мак-Дональд, 1979]:

- ценности (интересы) экономических субъектов компании;
- цели (сформулированные на основе ценностей);
- стратегии (политики) — сформулированные в основном исходя из целей;
- исходы (бизнес-планы) и выигрыши (оцененные бизнес-планы).

Моделирование выработки решений (стратегии) руководством компании может включать следующие этапы:

1. Сбор информации о ценностях экономических агентов компании (акционеров, директоров, главного администратора, рабочих и служащих, поставщиков, потребителей, населения территории присутствия и т. д.);

2. На основе информации о ценностях — формулировка глобальных (стратегических) целей компании, их детализация и количественное содержание (доход на акцию, прибыль на инвестированный капитал, рост объема реализации, дивиденды, создание совокупной ценности и т. д.)/

3. Построение бальной шкалы предпочтений акционеров — учет перспектив развития компании с подразделением их на реальные и маловероятные/

4. Кодирование ценностей в форме стратегических, тактических и конкретных (оперативных) целей/

5. Формирование политики исходя из целей компании/

6. Анализ результатов (исхода) по данным бухгалтерских отчетов/

7. Оценка выигрышей (оцененные исходы каждым из экономических агентов компании на основе собственной системы ценностей).

Каждая из сторон компании преследует свой интерес: работодатели стремятся удешевить рабочую силу, персонал — повысить ее цену и т. д. Таким об-

разом, складываются отношения по поводу распределения добавленной стоимости, создаваемой в компании. Дело не доходит до конфронтации до тех пор, пока работодатель по возможности удовлетворяет ожидаемые ценности персонала и других экономических агентов.

Главное в модели заключается в том, чтобы по возможности учесть ценности всех экономических субъектов, (заинтересованных сторон) оптимизировать нефинансовые риски, которые в условиях кризиса будут только нарастать.

Благосостояние наемных работников, очевидно, воздействует на их моральное состояние, производительность труда, связано с престижем и социальной ролью компании. Все это требует затрат и имеет результат, который лишь частично можно оценить в стоимостном выражении. По-видимому, вряд ли возможно совместить все эти интересы в единой числовой шкале.

Если взгляд на компанию со стороны, то о ней может сложиться представление как о чем-то монолитном. Однако в экономической жизни участвуют реальные люди, каждый из которых имеет собственную систему ценностей помимо совокупных с интересами компании. Обычное предположение о том, что компания стремится к максимальной прибыли, представляется достаточно объективным, если ограничиться рассмотрением ее интересов на уровне рынка. Для экономических субъектов (заинтересованных сторон) — акционеров, директоров, главного администратора, рабочих и служащих — размеры прибыли являются лишь одним из параметров, характеризующих исход предпринимательской деятельности. Прибыль компании ничего не говорит о выигрыше, полученном каждым ее членом и местным сообществом. Для выявления выигрыша каждым из участников бизнес-процесса необходимо рассмотреть отдельных экономических субъектов как личностей и выяснить, как они измеряют ценность исходов предпринимательской деятельности компании, важной характеристикой которых является прибыль. Таким образом, проблема сопоставления и сочетания (гармонизации) ценностей, столь сложная в теории и практике, постоянно возникает как в экономической деятельности компании, так и в экономических аспектах жизни каждого из ее членов. На нижних ступенях иерархии компании могут придерживаться совершенно иных систем ценностей и делать совершенно иные выборы в определенных ситуациях, нежели руководство компании.

Динамизм означает невозможность существования открытых неравновесных систем вне развития, вне движения. Важнейшей идеей, которую также необходимо учитывать при разработке новых моделей управления лесопромышленной компанией, является идея автономности социально-экономических систем. Она характеризует поведение и функционирование различных структур системы. Автономность принято рассматривать как независимость поведения социально-экономической системы и ее элементов от внешнего окружения.

Лесопромышленная компания как социально-экономическая система и ее элементы (подсистемы) в своем бытии имеют нечто свое, ценности, интересы и потребности, не обусловленные бытием других систем и объектов.

Независимая система может взаимодействовать с другими системами (компаниями, рынком, государством, обществом и т. д.), находиться в разнооб-

разных взаимосвязях и взаимоотношениях. Здесь для лесных компаний Республики Коми характерна интеграционная модель социально-экономического развития, предполагающая активизацию экономического кооперирования и ресурсов как с российскими, так и зарубежными компаниями (пример, компания Монди СЛПК).

Автономность социально-экономической системы есть, прежде всего, ее действие по внутренним основаниям, побуждениям, законам функционирования системы. При разработке обобщающих моделей управления созданием совокупной ценности лесопромышленной компании необходимо принимать во внимание внутреннюю активность при функционировании социально-экономической системы. Количественно ее можно выразить показателем «эмерджентный эффект», а также по затратам энергии на единицу продукции или по рентабельности производства.

Нельзя не остановиться на таком базовом понятии, характеризующем состояние и развитие компании, как «устойчивое развитие». Устойчивое развитие компании как социально-экономической системы — это такое развитие, когда происходящие преобразования в ней и внешние возмущающие воздействия не нарушают выполнения основной ее функции — сохранение и обогащение уровня благосостояния и качества образа жизни местного сообщества. При этом особое внимание необходимо обращать на показатели, характеризующие потребности человека и их удовлетворение.

В заключение целесообразно обратить внимание на следующие узловые моменты.

1. Лесопромышленной компании как социально-экономической системе объективно присущи общесистемные свойства целостности. Однако мера использования этих потенциальных свойств зависит от качества управления. Изучение этих свойств и выявление направлений их воздействия на систему имеет важное значение для повышения эффективности управления лесными компаниями при создании совокупного лесохозяйственного продукта.

2. Лесопромышленная компания является сложной многоуровневой системой, подверженной усиленному воздействию стохастических факторов. Использование общесистемных (эмерджентных) свойств обеспечивает повышение надежности функционирования системы при тех же ресурсах, а в ряде случаев — экономию ресурсов.

3. Учет свойств целостности лесной компании как социально-экономической системы является важным резервом повышения эффективности ее функционирования и, вместе с тем, одним из показателей эффективности сложившихся форм и методов управления. Он позволяет подходить к решению вопроса о рациональных методах управления компанией с позиций того вклада, который каждый уровень управления вносит в улучшение использования всех видов ресурсов и экономии времени в процессе воспроизводства.

4. Значительно возросшие возможности приведения в действие эффектов целостности обусловлены расширением применения оптимизационных расчетов и, в частности, развитием компьютерного моделирования.

5. Реальные возможности учета этих свойств кроются в отражении синергетических (совместно действующих) связей, характеризующих общесистемные эффекты целостности в нормативной информации.

Начало XXI века ознаменовало появление нового этапа организации инновационных процессов, методологическая его сущность состоит в рождении и развитии новейших организационных тенденций, связанных с корпоративно-общественной интеграцией, которые компании должны учесть для сохранения стратегических конкурентных преимуществ.

Разработка экономики лесопользования как системной мультифункциональной экономики, опирающейся на системный подход и концепцию создания совокупной ценности становится актуальной задачей развития как лесоэкономической науки, так и практики.

### **Библиографический список**

1. Гелбрейт, Дж. Новое индустриальное общество [Текст] : пер. в англ. / Дж. Гелбрейт. — Москва : Прогресс, 1969.
2. Мак-Дональд, Д. Игра называется бизнес [Текст] / Д. Мак-Дональд. — Москва : Экономика, 1979.
3. Feels, F. From Sectoral System of Innovation to Socio-Technical Systems [Text] / F. Feels // Research Policy. — 2004. — № 6/7, v. 33.
4. Clarkson, M. A stakeholder framework for analyzing and evaluating corporate social performance [Text] / M. Clarkson // Academy of Management Review. — 1995. — Vol. 20, № 1. — Pp. 92—117.
5. Matten, D. Behind the Mask: Revealing the True Face of Corporate Citizenship [Text] / D. Matten, A. Crane, W. Chapple // Journal of Business Ethics. — 2003. — № 45, № 1/2. — P. 109—120.
6. URL: <http://www.goldenforsustainability.org>.
7. Moon, J. The Contribution of Corporate Social Responsibility to Sustainable Development [Text] / J. Moon // Sustainable Development. — 2007. — Vol. 15, № 5. — P. 296—306.

В статье обоснована необходимость перехода к новой модели «университетов третьего поколения», представлены отличия действующей модели университетов от предлагаемой. Сделана попытка оценить, насколько Сыктывкарский лесной институт близок к ожидаемым трансформациям.

**Ключевые слова:** лесной образовательный кластер, университет третьего поколения, сетевые университеты, практико-ориентированное обучение.

**И. В. Левина,**  
кандидат экономических наук  
(Сыктывкарский лесной институт)

### **К ВОПРОСУ О ФОРМИРОВАНИИ МОДЕЛИ «УНИВЕРСИТЕТА ТРЕТЬЕГО ПОКОЛЕНИЯ»**

В современном мире университеты претерпевают фундаментальную трансформацию, которая заключается в переходе от модели университета, подчиненного интересам науки, к модели «университета третьего поколения». Связано это с тем, что ведущие университеты, заинтересованные в продолжении передовых научных исследований, вынуждены искать альтернативные источники финансирования, кроме средств, выделяемых государством. Кроме того, благодаря расширившимся возможностям обучения в других странах, университетам необходимо конкурировать между собой за лучших студентов. Победителями становятся те университеты, которым удается стать ядром международного хаба ноу-хау.

В экономике знаний университеты стали рассматриваться как инструменты экономического роста, т. е. создаваемые на базе университетов инкубаторы способствуют коммерциализации научных идей. Кроме того, в настоящее время подавляющее большинство ученых работают в междисциплинарных командах, зачастую формируемых за счет создания и реализации магистерских программ.

Йохан Виссема в своей книге «Университет третьего поколения» обосновывает необходимость перехода к новой модели университета третьего поколения [1, с. 35—36]:

– целью таких университетов становится извлечение выгоды из своих ноу-хау в дополнение к их традиционным задачам научных исследований и образования;

– действуют на международном высококонкурентном рынке, соперничая за лучших преподавателей и студентов, а также за научно-исследовательские контракты с компаниями;

– это сетевые университеты, которые сотрудничают с компаниями разных отраслей, негосударственными научно-исследовательскими и проектными организациями, инвесторами и т. д.;

– научные исследования стали междисциплинарными, строящимися на концепции «единения и креативности»;

– университеты становятся космополитичными, оперируют в международном контексте, а также будут меньше зависеть от государственного регулирования.

Пытаясь оценить, насколько близки мы к ожидаемым трансформациям, представляет интерес опыт функционирования Лесного образовательного кластера Республики Коми (ЛОК РК), созданного в 2011 г. по инициативе Сыктывкарского лесного института. Он является конкретным примером организации сетевого взаимодействия образовательных учреждений в целях подготовки кадров для крупных отраслевых, научных и иных проектов. Такой подход позволяет сформировать уникальные компетенции, востребованные в быстроразвивающихся отраслях экономики.

Одной из важнейших отраслей экономики Республики Коми является лесопромышленный сектор, который в настоящее время стабильно развивается: внедряются передовые технологии и оборудование, модернизируется производство. Применение современных способов лесозаготовки и лесопереработки требует наличия специалистов высокого уровня. Предприятия лесного комплекса нуждаются как в квалифицированных управленцах, так и в сотрудниках рабочих специальностей. Поэтому функционирование ЛОК является, безусловно, востребованным.

Кроме того, очень ценным преимуществом сетевого взаимодействия в рамках образовательных услуг является сотрудничество с социальными партнерами. Это дает возможность для разработки и реализации мер по повышению качества подготовки кадров, оказание финансовой или материально — технической помощи со стороны работодателей.

Для Сыктывкарского лесного института стратегическим партнером является АО «Монди СЛПК». За годы успешного сотрудничества реализована серия мастер-классов топ-менеджерами компании, выполняются научно-исследовательские работы в рамках премии «Лесная академия Коми», действует договор о возможности прохождения практик студентами института на базе компании, проводится конкурс дипломных проектов. Специалисты АО «Монди СЛПК» участвуют в работе государственных экзаменационных комиссий.

Таким образом, можно говорить о развитии профессионального образования в направлении практико-ориентированного обучения, его интеграции с производственной сферой. Это позволит добиться адекватности результатов профессионального образования нуждам производства, приближению процесса подготовки кадров запросам различных отраслей экономики и конкретным работодателям, обеспечению связи обучения студентов с будущим трудоустройством.

Новые современные подходы к реализации государственных образовательных стандартов делает возможным и необходимым участие работодателей в разработке рабочих учебных планов и программ дисциплин образовательных организаций, в привлечении их к организации учебных практик и стажировок на базе предприятий, широкое внедрение положительного опыта взаимодействия бизнеса и образовательных учреждений, привлечение к проведению практических занятий.

Стратегическое партнерство позволяет готовить кадры под заказ работодателей, включая перспективных инвесторов, учитывать меняющиеся запросы к профессиональному уровню выпускников, а также совместно с предприятиями на основе долгосрочных договоров решать вопросы развития материальной базы и передачи в аренду оборудования.

#### **Библиографический список**

1. Виссема, Г. Йохан Университет третьего поколения [Текст] : пер. с англ. / Йохан Г. Виссема. — Москва : Олимп Бизнес, 2016. — 432 с.
2. Мирошников, С. Н. Актуальные вопросы улучшения инвестиционного климата в регионах России [Текст] / С. Н. Мирошников, Е. С. Чаркина // Российское предпринимательство. — 2016. — Т. 17. — № 11. — С. 1311—1320.
3. Большаков, Н. М. Сетевая организация управления качеством образовательных услуг: теория, методология, практика [Текст] / Н. М. Большаков, В. В. Жиделева, И. И. Иванникова. — Санкт-Петербург : СПбГЛТУ, 2013. — 240 с.



Данная статья анализирует внедрение элементов практикоориентированного обучения в организациях Лесного образовательного кластера Республики Коми на основе выполненных исследований. Затрагивает проблемы подготовки трудовых ресурсов в регионе и рекомендует внедрить как законодательные, так и институциональные и финансовые инструменты, принять ряд системных мер по стимулированию предприятий с целью более эффективного сотрудничества с учреждениями профессионального образования.

**Ключевые слова:** дуальное обучение, профессиональный стандарт, образовательная программа, производственная практика, наставничество, компетенции, выпускная квалификационная работа, итоговая государственная аттестация, работодатель, образовательное учреждение, выпускник.

**П. В. Мусихин,**  
старший преподаватель  
(Сыктывкарский лесной институт)

## **АНАЛИЗ ЭЛЕМЕНТОВ ДУАЛЬНОГО ОБУЧЕНИЯ В ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ УЧРЕЖДЕНИЯХ ЛЕСНОГО ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО КЛАСТЕРА РЕСПУБЛИКИ КОМИ**

Кардинальное обновление технического и технологического парка промышленности Республики Коми в соответствии с инновационным курсом развития экономики республики требует совершенствования системы подготовки технических профессиональных кадров. В этом отношении важное место в настоящее время должно быть уделено системе дуального образования. Дуальная система образования — система, предусматривающая сочетание обучения в учебном заведении с периодами производственной деятельности.

Система успешно функционирует во многих европейских и азиатских странах (Германия, Франция, Китай и др.). Одним из регионов-первопроходцев в России стала Калужская область. Свердловская область получила статус ментора в проекте «Подготовка рабочих кадров, соответствующих требованиям высокотехнологичных отраслей промышленности, на основе дуального образования» [2].

Действующие Федеральные государственные образовательные стандарты предполагают, в лучшем случае, равное соотношение теоретического и практического обучения, хотя актуализация профессиональных компетенций требует превалирования практико-ориентированных форм.

Дуальная система предполагает прямое участие предприятий в профессиональном образовании обучаемых. Предприятие предоставляет базу, создает условия для практического обучения и несёт все расходы, связанные с ним, включая возможную ежемесячную оплату обучающимся. Учебные заведения на равноправной основе сотрудничают с предприятиями, на базе которых осуществляется практическое обучение.

Основные преимущества системы дуального образования:

- открывает дополнительные возможности повышения эффективности подготовки профессиональных кадров высокой квалификации;
- обеспечивает диверсификацию профессионального образования, т.е. позволяют увеличить разнообразие профессиональных программ;
- способствует профессиональному развитию обучаемых;
- обеспечивает взаимосвязь, взаимопроникновение и взаимовлияние различных систем (наука и образование, наука и производство и т.п.), что приводит к качественным изменениям в профессиональном образовании.

Основными направлениями взаимодействия партнеров в области дуального образования [1] на основе опыта других регионов можно отнести:

- участие работодателей в разработке федеральных государственных образовательных стандартов, учебных планов и программ;
- обеспечение рынка труда высококвалифицированными рабочими и специалистами в соответствии с требованиями профессиональных стандартов;
- организация практик обучающихся с использованием баз предприятий;
- трудоустройство квалифицированных трудовых ресурсов;
- софинансирование работодателями развития организаций образования;
- участие в организации контроля качества подготовки выпускников при проведении итоговой государственной аттестации обучающихся;
- организация стажировок преподавателей специальных дисциплин;
- проведение оценки знаний и компетенций выпускников и кандидатов на присвоение или подтверждение той или иной квалификации;
- пополнение штата своих предприятий из числа успешных выпускников.

К компетенции организаций образования относятся следующие функции:

- разработка и утверждение рабочих учебных программ;
- разработка и утверждение рабочих учебных планов;
- внедрение новых технологий обучения;
- обеспечение повышения квалификации педагогических кадров в порядке, установленном законодательством Российской Федерации;
- предоставление работ (услуг) на платной основе в порядке, установленном законодательством Российской Федерации;
- привлечение дополнительных источников финансовых средств и материальных ресурсов для осуществления уставной деятельности в порядке, установленном законодательством Российской Федерации.

Объектами исследования по обозначенным выше направлениям сотрудничества выбраны десять учебных заведений ЛОК РК, которые готовят кадры для лесного комплекса республики:

1) Сыктывкарский лесной институт (филиал) федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Санкт-Петербургский государственный лесотехнический университет имени С. М. Кирова»- СЛИ;

2) ГПОУ «Сыктывкарский целлюлозно-бумажный техникум» — СЦБТ;

3) ГПОУ «Сыктывкарский торгово-экономический колледж» — СТЭК;

4) ГПОУ «Коми республиканский агропромышленный техникум» — КРАПТ;

- 5) ГПОУ «Сыктывкарский лесопромышленный техникум» — СЛТ;
- 6) ГПОУ «Сыктывкарский автомеханический техникум» — САТ;
- 7) НОУ СПО «Сыктывкарский кооперативный техникум» — СКТ;
- 8) ГПОУ «Сыктывкарский индустриальный колледж» — СИК;
- 9) ГПОУ «Сыктывкарский политехнический техникум» — СПТ;
- 10) ГПОУ «Печорский промышленно-экономический техникум» — ППЭТ.

Анализируя работу учебных заведений по внедрению элементов дуального обучения по направлениям взаимодействия реализуемых в образовательных учреждениях ЛОК РК, следует отметить, что в Республике Коми работодатели и руководители учебных заведений стремятся к взаимодействию. Наиболее результативно организована работа по заключению договоров на производственные практики в ППЭТ (224 чел.), КРАПТ (188 чел.), СЛТ (181 чел.), СКТ (115 чел.), СЦБТ (83 чел.). Особо следует отметить СЛТ (132 чел.), КРАПТ (54 чел.), СИК (36 чел.), СЦБТ (24 чел.), где организована практика студентов на рабочих местах с оплатой. Организована сдача экзаменов на присвоение разрядов по рабочим профессиям в СПТ (290 чел.), СЛТ (181 чел.), СЦБТ (80 чел.), СТЭК (27 чел.) и ведется работа по повышению квалификации (разрядов): СЛТ (71 чел.), СТЭК (14 чел.).

Наиболее востребованы в отраслях рабочие профессии и, соответственно, трудоустройство выпускников по полученной профессии составляет (в процентах к выпускникам): СТЭК — 96 %, САТ — 62 %, СКТ — 62 %, СИК — 60 %, СЦБТ — 60 %, СЛТ — 49 %, СПТ — 49 %, ППЭТ — 40 %, СЛИ — 30 %, КРАПТ — 27 %.

К сожалению, ни одно учебное заведение ЛОК РК не принимало участие в разработке Федеральных государственных образовательных стандартов, как это практикуется в странах, имеющих развитую систему дуальной формы профессионального образования.

В разработке и согласовании образовательных программ дисциплин по выбору студентов работодатели начинают принимать непосредственное участие. Преуспевают в разработке учебных программ совместно с работодателями: СЛТ — 89, ППЭТ — 63, СИК — 40, САТ — 18, КРАПТ — 16.

Преподаватели учебных заведений повышают свою квалификацию путем стажировок на предприятиях отрасли. Изучили передовые технологии и прогрессивную организацию управления за последние пять лет 62 человека из КРАПТ. Другие образовательные организации направили на стажировки в пределах 20 человек за этот же период.

Активно привлекают на преподавательскую работу специалистов-практиков: СЛИ — 40 чел., САТ — 27 чел., СЦБТ — 16 чел., КРАПТ — 15 чел., ППЭТ — 13 чел., СЛТ — 10 чел., СПТ — 9 чел., СТЭК — 9 чел.

Специалисты отраслей ежегодно возглавляют комиссии итоговой государственной аттестации во всех учебных заведениях ЛОК РК. Предлагают темы выпускных квалификационных работ с целью активизации научной деятельности и приближения работ к реальным результатам: СЛТ — 100 %, СПТ — 100 %, СЦБТ — 100 %, КРАПТ — 50 %, СЛИ — 32 %, ППЭТ — 20 %.

Отдельные руководители стабильно работающих предприятий оказывают помощь на развитие материальной базы вузам и техникумам. Наиболее результативная финансовая помощь в течение 5 лет была оказана: СЛИ — 7618 тыс. руб., СЛТ — 3935 тыс. руб., СЦБТ — 2063 тыс. руб.

Однако имеются проблемы в качественной организации производственных практик, руководстве выпускными квалификационными работами, оказании помощи на оснащение учебного процесса современным оборудованием — они связаны с необходимостью отвлечения определенных финансовых и трудовых ресурсов предприятий. Имеют место проблемы с наставничеством — предстоит найти формы внедрения этой работы и инструменты ее поощрения. Минимальна заинтересованность предприятий, в частности, малого и среднего бизнеса в совместной подготовке кадров.

Исходя из анализа имеющихся элементов дуального обучения в учебных заведениях ЛОК РК, рекомендуется внедрить как законодательные, так и институциональные и финансовые инструменты и принять ряд системных мер по стимулированию предприятий с целью более продуктивного сотрудничества с образовательными учреждениями:

- разработать прогноз потребности предприятий и организаций Республики Коми в рабочих кадрах и специалистах до 2025 года;
- разработать совместный план обеспечения трудовыми ресурсами предприятий и организаций Республики Коми;
- обеспечить участие представителей работодателей в формировании и размещении государственного заказа на подготовку кадров;
- создать координирующий орган по внедрению дуального обучения;
- уменьшать налогооблагаемый доход предприятий и организаций на сумму расходов на подготовку, переподготовку и повышение квалификации кадров с коэффициентом 1,5;
- ввести квоты создания ученических рабочих мест для организации практик обучающихся в профессиональных образовательных учреждениях;
- ввести квоты на рабочие места (от 3% штатной численности) для трудоустройства выпускников;
- возобновить систему наставничества и стимулирование этой работы;
- пропагандировать и распространять опыт внедрения дуального обучения через СМИ.

Главная задача, которую необходимо решить системе образования — сформировать новую модель профессиональной подготовки, которая бы преодолела отставание в структуре, объемах и качестве трудовых ресурсов от реальных требований конкретных предприятий. И в ее решении опыт развития дуальной формы профессионального образования Европейских стран и других регионов РФ может оказаться чрезвычайно полезным — для совершенствования законодательства, реанимации традиций ремесленного обучения, формирования системы многоканального финансирования образовательных организаций.

### **Библиографический список**

1. Дуальная модель обучения как основа механизма взаимодействия образовательных учреждений и предприятий [Электронный ресурс] // Заочные электронные конференции. — Режим доступа: <http://econf.rae.ru/pdf/2014/09/3687.pdf> (дата обращения 21.12.2016).

2. Опыт дуального обучения в Германии, Казахстане, России [Электронный ресурс] // Аккредитация в образовании. — Режим доступа: [http://www.akvobr.ru/opyt\\_dualnogo\\_obuchenia.html](http://www.akvobr.ru/opyt_dualnogo_obuchenia.html) (дата обращения 21.12.2016).

В статье рассмотрены основные проблемы подготовки кадров для лесной отрасли Республики Коми, связанные с недостаточной профориентацией школьников. Представлена и описана модель непрерывного профессионального образования, которая реализуется в ГПОУ «Печорский промышленно-экономический техникум» в рамках региональной инновационной площадки по образовательной области «Технология» и в рамках взаимодействия с профессиональными образовательными организациями Лесного образовательного кластера.

**Ключевые слова:** непрерывное профессиональное образование, лесной образовательный кластер, региональная инновационная площадка, профориентация, профессиональное образование, постдипломное (послевузовское) образование.

**О. Р. Федосова,**

директор;

**О. Э. Фокина,**

заместитель директора по МР

(Печорский промышленно-экономический техникум)

## **ПОВЫШЕНИЕ КАЧЕСТВА ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ПОДГОТОВКИ СПЕЦИАЛИСТОВ ЛЕСНОЙ ОТРАСЛИ ЧЕРЕЗ СИСТЕМУ ПРОФОРИЕНТАЦИИ И НЕПРЕРЫВНОЕ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЕ ОБРАЗОВАНИЕ**

В послании Федеральному Собранию 4 декабря 2014 г. Президентом Российской Федерации дан однозначный сигнал, направленный на развитие системы подготовки рабочих кадров: «К 2020 году как минимум в половине техникумов и колледжей России подготовка по 50-и наиболее востребованным и перспективным рабочим профессиям должна вестись в соответствии с лучшими мировыми стандартами и передовыми технологиями...» [1]. Эта идея легла в основу Федеральной целевой программы развития образования, а также Государственной программы Республики Коми «Развитие образования» на период 2016—2020 гг. В указанных документах отмечено, что основная работа субъектов РФ должна быть направлена на формирование эффективной системы среднего и высшего профессионального образования и подготовку выпускников на уровне требований профессиональных стандартов и международных стандартов WorldSkills [2].

Информатизация всех сфер экономики и технологизация современного производства требуют от рабочих и специалистов нового подхода к компетенциям — «Образование через всю жизнь», т. к. полученных знаний и умений зачастую не хватает на весь период трудовой деятельности. Стратегия непрерывного профессионального образования предполагает поэтапное получение среднего и высшего профессионального образования, а также обновление знаний, умений, навыков и формирование новых компетенций в рамках постдипломного (послевузовского) образования через систему повышения квалификации, переподготовки и стажировки.

Участниками системы непрерывного профессионального образования в Республике Коми стали профильные образовательные учреждения, в т.ч. входящие в Лесной образовательный кластер. С 2011 г. ГПОУ «Печорский промышленно-экономический техникум» является участником образовательного кластера и осуществляет взаимодействие по непрерывному профессиональному образованию своих выпускников по направлениям подготовки, востребованным в Республике Коми, а также участвует в различных мероприятиях и научно-практических конференциях. Так, в 2012 г. два студента приняли участие и стали призерами в научно-практической конференции «Молодые исследователи — Республике Коми» (в рамках проекта «Шаг в будущее», секция на базе СЛИ), в 2013 г. студент 3 курса по специальности «Компьютерные сети» стал участником научно-практической конференции «Исследования молодежи — экономике, производству, образованию» (на базе СЛИ).

В рамках непрерывного профессионального образования студенты техникума продолжают обучение по профилю предыдущего образования в Сыктывкарском лесном институте (филиале) ФГБОУВО «Санкт-Петербургский государственный лесотехнический университет имени С.М. Кирова» по следующим направлениям подготовки: 09.03.02 Информационные системы и технологии, 35.03.01 Лесное хозяйство, 35.03.02 Технология лесозаготовительных и деревоперерабатывающих производств, 35.03.06 Агроинженерия (профиль «электрооборудование и электротехнологии»).

За период деятельности лесного образовательного кластера продолжили обучение в Сыктывкарском лесном институте 17 выпускников ГПОУ «Печорский промышленно-экономический техникум», из них 13 — по профилю, т.е. в рамках непрерывного профессионального образования.

С целью создания оптимальных условий для получения высшего образования на основании учебных планов профессий/специальностей, по которым ведется обучение в техникуме, сформированы сопряженные образовательные программы по направлениям подготовки бакалавриата, таким образом, обучение для студентов сокращается на один год [3].

Реализация регионального проекта «Подготовка высококвалифицированных специалистов и рабочих кадров с учетом современных стандартов и передовых технологий под потребности экономики республики Коми» (в рамках списка 50-и наиболее востребованных и перспективных профессий ТОП-50), а также изменение кадровой политики предприятий в связи с введением профессиональных стандартов при приеме на работу, изменили подход к реализации образовательных программ [4]. На сегодняшний день в техникуме реализуются пять образовательных программ из списка наиболее востребованных: 08.01.10 Мастер жилищно-коммунального хозяйства, 25.01.20 Слесарь по контрольно-измерительным приборам и автоматике, 15.01.05 Сварщик (ручной и частично механизированной сварки), 09.02.02 Компьютерные сети, 13.01.10 Электромонтер по ремонту и обслуживанию электрооборудования, которые могут стать отправной точкой для освоения студентами программ бакалавриата в рамках непрерывного профессионального образования в вузах Лесного образовательного кластера.

Важным моментом в организации непрерывного профессионального образования является профориентация и профессиональное самоопределение школьников еще на ступени основного общего образования. Положительный опыт в этом направлении накоплен в ГПОУ «Печорский промышленно-экономический техникум». Ежегодно на базе нашего техникума для учащихся 9—11 классов проводится «Ярмарка учебных мест», которая позволяет школьникам пройти анкетирование, тестирование на профнаправленность и профессиональные пробы в учебно-производственных цехах и мастерских.

При реализации программы по образовательной области «Технология» в рамках региональной инновационной площадки по предпрофессиональной подготовке и профильному обучению учащихся 7—9-х классов техникум начал решать новый уровень задач — проводить интеграцию общеобразовательных и профессиональных учреждений, а впоследствии и организаций высшего профессионального образования. Четвертый год деятельности инновационной площадки позволил нам создать модель непрерывного профессионального образования, основными звеньями (этапами) которой стали три общеобразовательные школы МР «Печора», ГПОУ «Печорский промышленно-экономический техникум», Сыктывкарский лесной институт (филиал) ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный лесотехнический университет имени С.М. Кирова» (рисунок).

*На первом этапе* реализации модели в рамках классных часов проводится профориентация для школьников, затем на базе техникума в рамках мероприятий «Ярмарка учебных мест» и «ПРОФfest» проводится профотбор. Затем на протяжении трех лет в рамках модулей «Технология ведения дома», «Технология создания изделий из древесных материалов», «Основы радиоэлектроники и цифровой электроники» школьники изучают основы нескольких профессий, выполняют профессиональные пробы, а также получают навыки по проектной деятельности и основам предпринимательства.

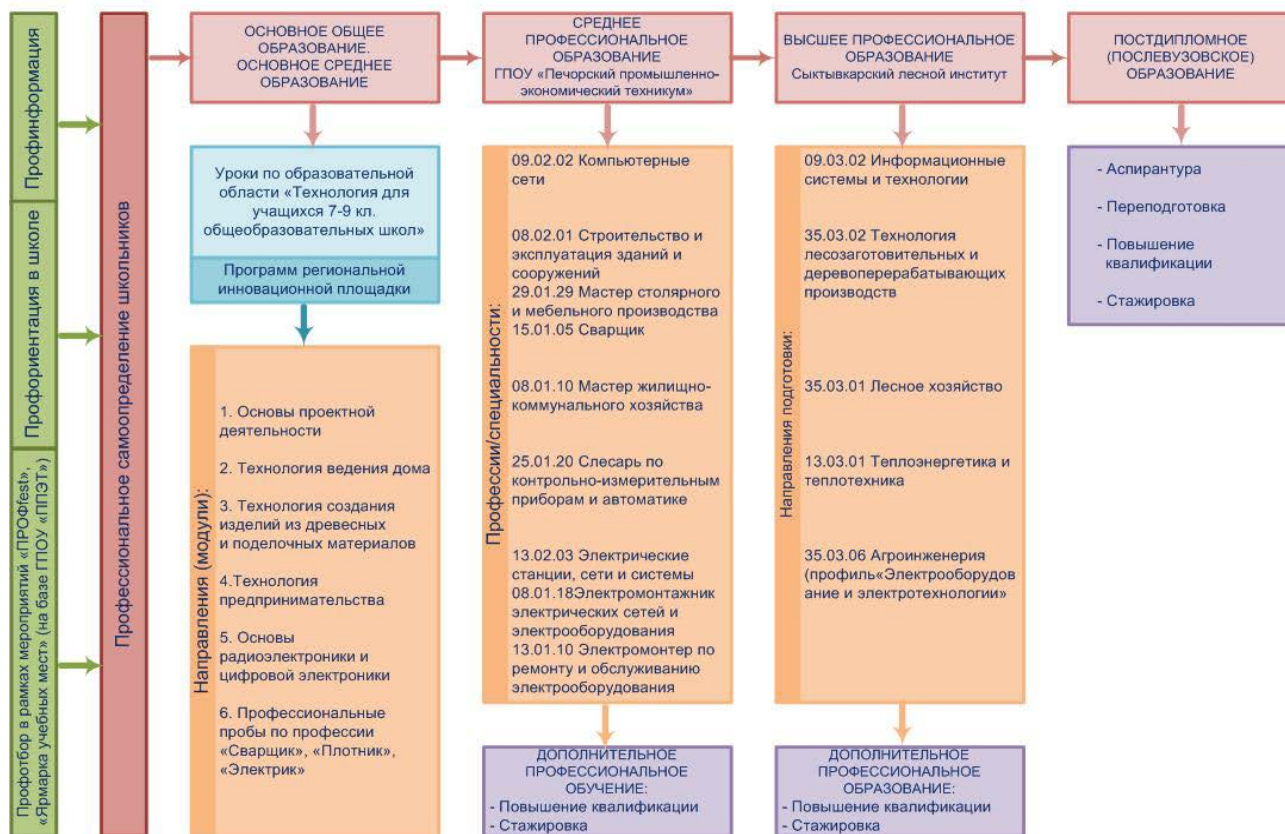
Мониторинг профессиональных предпочтений учащихся 9-х классов, которые прошли обучение в рамках занятий по образовательной области «Технология» на базе техникума за три последних года показывает, что число абитуриентов, выбравших обучение в техникуме, возросло с 11 % (2013 г.) до 28 % (2016 г.).

*На втором этапе* студенты получают среднее профессиональное образование в ГПОУ «Печорский промышленно-экономический техникум». При этом студенты могут получить дополнительные квалификации в рамках дополнительного профессионального обучения.

*На третьем этапе* выпускники техникума могут продолжить обучение по профильным программам бакалавриата в Сыктывкарском лесном институте.

Затем при желании можно повысить квалификацию или освоить новые компетенции в рамках постдипломного (послевузовского) образования по программам переподготовки, повышения квалификации, а при желании заняться научно-исследовательской работой — поступить в аспирантуру.





Модель непрерывного профессионального образования, реализуемая в ГПОУ «Печорский промышленно-экономический техникум»

Особо хочется отметить необходимость непрерывного профессионального образования для подготовки педагогических кадров для ГПОУ «Печорский промышленно-экономический техникум». На протяжении пяти лет выпускники после окончания техникума поступают на работу в должности «Мастер производственного обучения» или «Преподаватель», одновременно продолжая обучение в Сыктывкарском лесном институте: 2013 г. — 1 чел. по направлению подготовки 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника, 2016 г. — 1 чел. по направлению подготовки 27.01.02 Промышленное и гражданское строительство.

Как показала практика, непрерывное профессиональное образование обеспечивает ряд преимуществ: позволяет абитуриентам и обучающимся пройти профессиональную диагностику и определиться с выбором профессии, специальности или направлением подготовки; обновлять профессиональное образование с учетом запросов предприятия лесной отрасли; обеспечивает преемственность форм и методов обучения на всех уровнях профессионального образования; позволяет привлекать работодателей и других социальных партнеров к решению проблем профессионального образования, формировать заказы на подготовку специалистов (включая целевую подготовку).

#### Библиографический список

1. Послание Президента РФ В.В. Путина Федеральному Собранию РФ от 04.12.2014 г. [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <http://www.garant.ru/hotlaw/federal/587192/>

2. Постановление Правительства Республики Коми от 28.09.2012 г. № 411 (в ред. от 30.01.2017 г.) «Об утверждении Государственной программы Республики Коми «Развитие образования» (на период 2016-2020 годы)» [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <http://minobr.rkomi.ru/page/10793/>

3. Федеральный закон от 29.12.2012 г. № 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации» (ред. от 21.07.2014 г.). [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <http://www.rg.ru/2012/12/30/obrazovanie-dok.html>.

4. Доклад заместителя Председателя Правительства Республики Коми — министра образования, науки и молодежной политики Республики Коми Н.А. Михальченковой «О подготовке кадров в системе профессионального образования Республики Коми» (реализация проекта «Подготовка высококвалифицированных специалистов и рабочих кадров с учетом современных стандартов и передовых технологий под потребности экономики республики Коми (в рамках списка 50-и наиболее востребованных и перспективных профессий ТОП-50)» [Электронный ресурс]. — Режим доступа: [http://rkomi.ru/content/image-news/47791/3\\_Доклад%20Минобраз.а.pdf](http://rkomi.ru/content/image-news/47791/3_Доклад%20Минобраз.а.pdf).