

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 215-летию образования
Санкт-Петербургского государственного
лесотехнического университета
имени С.М. Кирова*

ФЕВРАЛЬСКИЕ ЧТЕНИЯ

Сборник материалов
научно-практической конференции
по итогам научно-исследовательской работы 2017 года
преподавателей Сыктывкарского лесного института

Сыктывкар, Сыктывкарский лесной институт,
26—28 февраля 2018 года

Научное электронное издание

Сыктывкар 2018

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 — это традиционное научное мероприятие. Именно в это время преподаватели института подводят итоги своей научно-исследовательской деятельности, обобщают возможности реализации идей, ставят новые цели и задачи.

В Сыктывкарском лесном институте проводятся главным образом прикладные исследования, среди которых разработки в области биоэнергетики, мониторинга лесных ресурсов, инноваций в управлении транспортными процессами, заготовки и переработки древесины, моделирование физических процессов и др.

Февральские чтения 2018 года, как и все другие научные мероприятия, были посвящены 215-летию образования Санкт-Петербургского государственного лесотехнического университета имени С.М. Кирова.

Сборник материалов научно-практической конференции размещен в наукометрической базе РИНЦ и представляет интерес для ученых, преподавателей, студентов, магистрантов и аспирантов, а также рассчитан для широкого круга читателей.

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

Темплан 2018/19 учеб. г. Изд. № 144.

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

Издано в СЛИ. Заказ № 95. Тираж 18 экз. Объем 13 Мб.

Поставляется на одном CD-ROM диске и может быть использовано в локальном и сетевом режимах.
Минимальные системные требования: процессор с тактовой частотой 1,5 ГГц и выше; операционные системы Microsoft Windows XP/2003/Vista/7/8/10; 1 Гб оперативной памяти; не менее 380 Мб свободного дискового пространства; наличие установленной программы для чтения pdf файлов.

ISBN 978-5-9239-0968-5

Регистр. номер в ФГУП «Информрегистр» 0321900671

© Составление. СЛИ, 2018

СОДЕРЖАНИЕ

ПРЕДИСЛОВИЕ	6
АВТОРСКИЙ УКАЗАТЕЛЬ	8
СТАТЬИ	20
СЕКЦИЯ «АРХИТЕКТУРА И СТРОИТЕЛЬСТВО»	20
Илларионов В. А., Слабиков В. С., Вайс К. Е. ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ИНЖЕНЕРНО-ГЕОКРИОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ ПРИ СТРОИТЕЛЬСТВЕ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ НА ТЕРРИТОРИИ РЕСПУБЛИКИ КОМИ	20
Сивков Е. Н. НАДЕЖНОСТЬ КАК ПОКАЗАТЕЛЬ ДЛЯ РАЗЛИЧНЫХ ПРЕДМЕТОВ ИССЛЕДОВАНИЯ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ	28
Сивков Е. Н. ХАРАКТЕРИСТИКА ДОРОЖНО-СТРОИТЕЛЬНЫХ МАШИН.....	30
ПО ВЛИЯНИЮ НА СТРОИТЕЛЬНЫЕ ПРОЦЕССЫ	30
Соколова В. А., Шифрин Б. М., Елисеев И. В., Черных Л. Г. ПРИНЦИПЫ РАЗРАБОТКИ АВТОМАТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ И ДИСПЕТЧЕРИЗАЦИИ ВЕНТИЛЯЦИИ.....	35
СЕКЦИЯ «ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ИНЖЕНЕРНОМ ОБРАЗОВАНИИ»	38
Ключева Е. А. 3D-МОДЕЛИРОВАНИЕ КАК СРЕДСТВО МЕЖПРЕДМЕТНОЙ ИНТЕГРАЦИИ В ПРОФЕССИОНАЛЬНОМ ОБРАЗОВАНИИ	38
СЕКЦИЯ «ЛАНДШАФТНАЯ АРХИТЕКТУРА, ЗЕМЛЕУСТРОЙСТВО И КАДАСТРЫ»	43
Конев С. Д., Юркина Е. В. АНАЛИЗ РЕСУРСНОГО ПОТЕНЦИАЛА ТЕХНИЧЕСКИХ РАСТЕНИЙ РЕСПУБЛИКИ КОМИ И НЕКОТОРЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ ИХ ПЕРСПЕКТИВНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ.....	43
Феднев Д. С., Юркина Е. В. ОЦЕНКА РЕСУРСНОГО ПОТЕНЦИАЛА БЕРЕЗОВОГО ГРИБА (<i>Inonotus obliquus</i>) НА ТЕРРИТОРИИ РЕСПУБЛИКИ КОМИ И ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ БЕРЕЗНЯКОВ ДЛЯ ЕГО ЗАГОТОВКИ	45
СЕКЦИЯ «МОНИТОРИНГ ЗАЩИТНЫХ И ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ ЛЕСОВ НА ОСНОВЕ СОВРЕМЕННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ»	48
Большаков А. С. К МЕТОДИКЕ ВЫБОРА ЛЕСНЫХ УЧАСТКОВ ДЛЯ ВЕДЕНИЯ ИНТЕНСИВНОГО ЛЕСНОГО ХОЗЯЙСТВА.....	48
Пахучая Л. М. РЕКРЕАЦИОННЫЙ ПОТЕНЦИАЛ ОСУШАЕМЫХ ЛЕСНЫХ ЗЕМЕЛЬ В ЗЕЛЕННОЙ ЗОНЕ г. УХТЫ	53
Пахучий В. В. РУБКИ УХОДА НА ОБЪЕКТАХ ГИДРОМЕЛИОРАЦИИ.....	60
Пахучий В. В., Полещиков С. М. 3D-КРУГОВЫЕ ПРОБНЫЕ ПЛОЩАДИ — РАЗВИТИЕ МЕТОДА КРИТИЧЕСКОЙ ВЫСОТЫ.....	65
СЕКЦИЯ «ПРОБЛЕМНЫЕ ВОПРОСЫ ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКИ»	72
Готман Н. Э. ПРИМЕНЕНИЕ ЯЗЫКА АЛГЕБРАИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ JuMP ДЛЯ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧИ ОБОБЩЕННОГО ОЦЕНИВАНИЯ СОСТОЯНИЯ ЭНЕРГОСИСТЕМЫ	72
Чехонин В. Н. ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКА КАК ДРАЙВЕР СОЦИАЛЬНОЙ СТАБИЛЬНОСТИ. ОРГАНИЗАЦИЯ УЛИЧНОГО ОСВЕЩЕНИЯ	79
Чукреев М. Ю. МЕТОДИКА И РЕЗУЛЬТАТЫ ОЦЕНКИ НАДЕЖНОСТИ ЭНЕРГОСИСТЕМЫ ДЛЯ РАЗЛИЧНЫХ АЛГОРИТМОВ АГРЕГИРОВАНИЯ НАБОРА ГЕНЕРИРУЮЩЕГО ОБОРУДОВАНИЯ	83
Чукреев Ю. Я. НОРМИРОВАНИЕ БАЛАНСОВОЙ НАДЕЖНОСТИ В СОВРЕМЕННЫХ УСЛОВИЯХ ПЛАНИРОВАНИЯ ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ СИСТЕМ.....	91

<i>Ширяева Л. Л.</i> ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ В СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ.....	99
<i>Шумилова Г. П., Готман Н. Э.</i> ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТОПОЛОГИИ ЭНЕРГОСИСТЕМЫ БОЛЬШОГО МАСШТАБА НА ОСНОВЕ СИНХРОНИЗИРОВАННЫХ ВЕКТОРНЫХ ИЗМЕРЕНИЙ.....	105
СЕКЦИЯ «ПРОМЫШЛЕННАЯ ТЕПЛОЭНЕРГЕТИКА».....	110
<i>Андронов А. В.</i> ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ РАЗЛИЧНЫХ СИСТЕМ ОТОПЛЕНИЯ НА ОСНОВЕ ДАННЫХ ПО ЭКСПЛУАТАЦИИ В УСЛОВИЯХ РЕСПУБЛИКИ КОМИ.....	110
<i>Бушуев С. К.</i> КОГЕНЕРАЦИЯ НА БАЗЕ ГАЗОТУРБИННЫХ УСТАНОВОК МАЛОЙ МОЩНОСТИ.....	117
<i>Леканова Т. Л., Казакова Е. Г., Дмитриева П. Ю.</i> РЕКУПЕРАЦИЯ ТЕПЛОТЫ ВЫТЯЖНОГО ВОЗДУХА В СИСТЕМАХ ВЕНТИЛЯЦИИ.....	122
<i>Леканова Т. Л., Мусихин П. В., Горбатенко А. Н.</i> ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ГЕОТЕРМАЛЬНЫХ ИСТОЧНИКОВ ЭНЕРГИИ В РАЙОНАХ СЕВЕРА.....	130
<i>Леканова Н. Е., Соловьев П. В.</i> НОРМАТИВНО-ПРАВОВЫЕ ОСНОВЫ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ.....	137
СЕКЦИЯ «ТРАНСПОРТНЫЕ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ МАШИНЫ».....	142
<i>Евстафьев Н. Г., Королёв В. В., Потапов А. В.</i> ОЦЕНКА НЕОПРЕДЕЛЕННОСТИ ЗАПАСА ДРЕВЕСИНЫ ПРИ ТАКСАЦИИ ЛЕСОСЕК СПОСОБОМ ПЕРЕЧЕТА.....	142
<i>Еремеева Л. Э.</i> ОЦЕНКА ТРАНСПОРТНОЙ ДОСТУПНОСТИ И ТЕНДЕНЦИИ ЕЕ РАЗВИТИЯ В РЕСПУБЛИКЕ КОМИ.....	157
<i>Кульминский А. Ф.</i> ЛЕСНАЯ ТРАНСПОРТНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ МАШИНА НА ГУСЕНИЧНОМ ХОДУ.....	164
<i>Самородницкий А. А., Свойкин В. Ф.</i> К ВОПРОСУ ОБРАБОТКИ СТВОЛОВ ДЕРЕВЬЕВ ХАРВЕСТЕРОМ.....	167
<i>Сивков Е. Н.</i> ОЦЕНКА ДВИЖЕНИЯ ТРАНСПОРТНОЙ СИСТЕМЫ.....	173
<i>Соколова В. А., Алексеева Е. А., Теплоев А. В., Елисеев И. В., Орлов В. В.</i> ХРАНЕНИЕ И ТРАНСПОРТИРОВКА ИЗМЕЛЬЧЕННЫХ МАТЕРИАЛОВ НА ЛЕСНЫХ СКЛАДАХ.....	175
СЕКЦИЯ «ФИЗИКА И АВТОМАТИЗАЦИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ И ПРОИЗВОДСТВ».....	181
<i>Плешев Д. А., Асадуллин Ф. Ф., Власов В. С., Котов Л. Н., Оганезова Н. А.</i> ОСОБЕННОСТИ ВОЗБУЖДЕНИЯ МАГНИТНОЙ И УПРУГОЙ ПОДСИСТЕМ В ТОНКИХ ПЛЕНКАХ МАГНЕТИКОВ ПРИ ПЕРЕМАГНИЧИВАНИИ ПОСТОЯННЫМ ПОЛЕМ.....	181
<i>Полещиков С. М., Турьев А. В.</i> АНГАРМОНИЧЕСКИЙ ОСЦИЛЛЯТОР С ПОТЕНЦИАЛОМ, СОДЕРЖАЩИМ ТОЛЬКО ЧЕТНЫЕ СТЕПЕНИ.....	186
<i>Устюгов В. А., Асадуллин Ф. Ф.</i> ИССЛЕДОВАНИЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЙ ЧАСТИЦ КОМПОЗИТНЫХ ПЛЕНОК ПО РАЗМЕРАМ.....	190
СЕКЦИЯ «ФОРМИРОВАНИЕ ЛИЧНОСТИ СПЕЦИАЛИСТА ЛЕСНОЙ ОТРАСЛИ ЧЕРЕЗ ПРЕПОДАВАНИЕ ГУМАНИТАРНЫХ ДИСЦИПЛИН».....	194
<i>Мачурова Н. Н.</i> СТАБИЛЬНОСТЬ ГОСУДАРСТВА — ОСНОВА СТАБИЛЬНОСТИ СЕМЬИ.....	194
<i>Погодина И. С.</i> РОБИНЗОН И ПЯТНИЦА: ПРОСВЕТИТЕЛЬСКИЙ МИФ В ПОСТКОЛОНИАЛЬНОМ РОМАНЕ ДЖ. М. КУТЗЕЕ «МИСТЕР ФО».....	200
<i>Попова Т. В.</i> К ВОПРОСУ О ПЕРЕВОДЕ ТРАНСФОРМАЦИЙ В НАУЧНЫХ ТЕКСТАХ С УЧЕТОМ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ НАПРАВЛЕННОСТИ СПЕЦИАЛИСТА ЛЕСНОЙ ОТРАСЛИ.....	208

<i>Хохлова Е. В., Леканова Е. Е.</i> ПОТРЕБНОСТИ КАК ОСНОВАНИЕ КЛАССИФИКАЦИИ ПРАВ ЧЕЛОВЕКА.....	214
СЕКЦИЯ «ХИМИЯ И ХИМИЧЕСКИЕ ТЕХНОЛОГИИ».....	218
<i>Ипатов Е. У., Дёмин В. А., Пахучая Л. М.</i> ИК ФУРЬЕ СПЕКТРОСКОПИЯ ДРЕВЕСИНЫ БЕРЕЗЫ, ПОРАЖЕННОЙ БЕРЕЗОВЫМ ТРУТОВИКОМ	218
<i>Казакова Е. Г., Дёмин В. А.</i> ИЗУЧЕНИЕ СКОРОСТИ РЕАКЦИИ ДИОКСИДА ХЛОРА С ЛИСТВЕННОЙ ПОРОШКОВОЙ ЦЕЛЛЮЛОЗОЙ В БУФЕРНОМ РАСТВОРЕ ПРИ $pH \cong 4$	222
<i>Кочева Л. С., Карманов А. П.</i> ВОЗДЕЙСТВИЕ ВЫСОКОЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО ИЗЛУЧЕНИЯ НА ЦЕЛЛЮЛОЗОСОДЕРЖАЩИЕ МАТЕРИАЛЫ.....	229
<i>Полещиков С. М., Дёмин В. А.</i> МАТЕМАТИЧЕСКОЕ ОПИСАНИЕ ПОТЕНЦИОМЕТРИЧЕСКИХ КРИВЫХ РЕАКЦИИ ДИОКСИДА ХЛОРА С ЛИГНОЦЕЛЛЮЛОЗАМИ.....	234
СЕКЦИЯ «ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ РЕСПУБЛИКИ КОМИ»	242
<i>Коньк О. А.</i> ТЕХНОГЕННЫЕ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫЕ СИТУАЦИИ РЕСПУБЛИКИ КОМИ И РАБОТА ПОДРАЗДЕЛЕНИЙ МЕДИЦИНЫ КАТАСТРОФ	242
<i>Коньк О. А., Рубан З. А.</i> РАЗРАБОТКА ТЕРРИТОРИАЛЬНОЙ СХЕМЫ ОБРАЩЕНИЯ С ОТХОДАМИ В МО ГО «СЫКТЫВКАР».....	253
<i>Коньк О. А., Соколова Н. И.</i> СПЕЦИАЛЬНАЯ ОЦЕНКА УСЛОВИЙ ТРУДА В ПРОИЗВОДСТВЕННОМ ОТДЕЛЕНИИ «ЮЖНЫЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ СЕТИ» ФИЛИАЛА ПАО «МРСК СЕВЕРО-ЗАПАДА» «КОМИЭНЕРГО».....	263
<i>Полина И. Н., Миронов М. В.</i> ОБЕСПЕЧЕНИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ ОБРАЩЕНИИ С ОТХОДАМИ НА ПРЕДПРИЯТИИ СП АО «КОМИАВИАТРАНС» «АЭРОПОРТ СЫКТЫВКАР».....	276
<i>Шахова Т. В., Кочева М. Н.</i> ПУТИ РЕШЕНИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ ДСП НА ДЕРЕВОПЕРЕРАБАТЫВАЮЩЕМ ПРЕДПРИЯТИИ РЕСПУБЛИКИ КОМИ...280	
КРУГЛЫЙ СТОЛ «ЛЕСНАЯ ОТРАСЛЬ — ДРАЙВЕР РАЗВИТИЯ ЭКОНОМИКИ РЕСПУБЛИКИ КОМИ»	285
<i>Енц Г. П.</i> ОСОБЕННОСТИ ВНУТРЕННЕГО КОНТРОЛЯ БАНКОВСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ В СОВРЕМЕННЫХ УСЛОВИЯХ.....	285
<i>Иваницкая И. И., Сандригайло Л. З.</i> ЗАРУБЕЖНЫЙ ОПЫТ РАЗВИТИЯ ЛЕСНОЙ ОТРАСЛИ.....	290

ПРЕДИСЛОВИЕ

26—28 февраля 2018 года в Сыктывкарском лесном институте состоялись ежегодные Февральские чтения, посвященные 215-летию образования Санкт-Петербургского государственного лесотехнического университета имени С.М. Кирова. Это серьезный возраст для головного вуза — испытание жизнью и временем. Лесной институт, как филиал университета, движется только вперед, ставит перед собой все новые цели и задачи.

В Лесном институте проводятся главным образом прикладные исследования, среди которых разработки в области биоэнергетики, мониторинга лесных ресурсов, инноваций в управлении транспортными процессами, заготовки и переработки древесины, моделирование физических процессов и др. И как результат научной работы коллектива в 2017 году — защита кандидатской диссертации, подготовка и издание трех монографий, статей в журналах из списка ВАК, трех сборников материалов научно-практических конференций и двух научно-популярных изданий, публикации и цитирование в зарубежных базах данных.

Результаты представленных научных исследований отличаются актуальностью, новизной и практической значимостью, что особенно важно для развития многоотраслевого лесного сектора экономики республики.

В рамках конференции работали секции и круглые столы по направлениям:

- «Архитектура и строительство»;
- «Информационные технологии в инженерном образовании»;
- «Ландшафтная архитектура, землеустройство и кадастры»;
- «Мониторинг защитных и эксплуатационных лесов на основе современных технологий»;
- «Проблемные вопросы электроэнергетики»;
- «Промышленная теплоэнергетика»;
- «Транспортные и технологические машины»;
- «Физика и автоматизация технологических процессов и производств»;
- «Формирование личности специалиста лесной отрасли через преподавание гуманитарных дисциплин»;
- «Химия и химические технологии»;
- «Экологические проблемы промышленных предприятий Республики Коми»;
- «Экономика и управление».

Всего на 11 секциях было заслушано около 120 докладов. Традиционно в рамках секционных заседаний лучшие доклады отмечены дипломами в различных номинациях. Особо следует отметить, активное участие в работе конференции студентов-дипломников, аспирантов и магистрантов СЛИ. Итогом работы стал данный сборник материалов научно-практической конференции, который размещен в системе РИНЦ.

Конференция вызвала положительный резонанс у всех участников и организаторов мероприятия, так как в эти дни институт стал площадкой для продуктивной работы, научных встреч и новых возможностей!

Оргкомитет конференции.

АВТОРСКИЙ УКАЗАТЕЛЬ

- А**лексеева Е. А.
Андронов А. В.
Асадуллин Ф. Ф. (1, 2)
Большаков А. С.
Бушуев С. К.
Вайс К. Е.
Власов В. С.
Горбатенко А. Н.
Готман Н. Э. (1, 2)
Дёмин В. А. (1, 2, 3)
Дмитриева П. Ю.
Евстафьев Н. Г.
Елисеев И. В. (1, 2)
Енц Г. П.
Еремеева Л. Э.
Иваницкая И. И.
Илларионов В. А.
Ипатова Е. У.
Казакова Е. Г. (1, 2)
Карманов А. П.
Клочева Е. А.
Конев С. Д.
Коньк О. А. (1, 2, 3)
Королёв В. В.
Котов Л. Н.
Кочева Л. С.
Кочева М. Н.
Кульминский А. Ф.
Леканова Е. Е. (1, 2, 3, 4)
Мачурова Н. Н.
Миронов М. В.
Мусихин П. В.
- О**ганезова Н. А.
Орлов В. В.
Пахучая Л. М. (1, 2)
Пахучий В. В. (1, 2)
Плешев Д. А.
Погодина И. С.
Полещиков С. М. (1, 2, 3)
Полина И. Н.
Попова Т. В.
Потапов А. В.
Рубан З. А.
Самородницкий А. А.
Сандригайло Л. З.
Свойкин В. Ф.
Сивков Е. Н. (1, 2, 3)
Слабиков В. С.
Соколова В. А. (1, 2)
Соколова Н. И.
Соловьев П. В.
Тепшоев А. В.
Турьев А. В.
Устюгов В. А.
Феднев Д. С.
Хохлова Е. В.
Черных Л. Г.
Чехонин В. Н.
Чукреев М. Ю.
Чукреев Ю. Я.
Шахова Т. В.
Ширяева Л. Л.
Шифрин Б. М.
Шумилова Г. П.
Юркина Е. В. (1, 2)

АННОТАЦИИ

Секция «АРХИТЕКТУРА И СТРОИТЕЛЬСТВО»

Илларионов В. А., Слабиков В. С., Вайс К. Е. ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ИНЖЕНЕРНО-ГЕОКРИОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ ПРИ СТРОИТЕЛЬСТВЕ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ НА ТЕРРИТОРИИ РЕСПУБЛИКИ КОМИ

На основе проведенных исследований криогенных процессов, характерных для значительной части территории Республики Коми, определены инженерно-геокриологические условия, которые необходимо учитывать при принятии конструктивных решений при строительстве автомобильных дорог.

Сивков Е. Н. НАДЕЖНОСТЬ КАК ПОКАЗАТЕЛЬ ДЛЯ РАЗЛИЧНЫХ ПРЕДМЕТОВ ИССЛЕДОВАНИЯ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ

Дан сравнительный анализ применения стандартов определения надежности не только для объектов строительства, но и технологических процессов подготовки к строительству, непосредственного создания, размещения, привязки объектов строительства к местности и их обслуживания в процессе эксплуатации.

Сивков Е. Н. ХАРАКТЕРИСТИКА ДОРОЖНО-СТРОИТЕЛЬНЫХ МАШИН ПО ВЛИЯНИЮ НА СТРОИТЕЛЬНЫЕ ПРОЦЕССЫ

Показано влияние на строительные процессы автоматизации строительных многооперационных машин с позиции упрощения процессов систематизации и контроля.

Соколова В. А., Шифрин Б. М., Елисеев И. В., Черных Л. Г. ПРИНЦИПЫ РАЗРАБОТКИ АВТОМАТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ И ДИСПЕТЧЕРИЗАЦИИ ВЕНТИЛЯЦИИ

Рассматривается применение комплексной автоматической системы управления и диспетчеризации вентиляции на базе микропроцессорного оборудования в инженерных системах здания. На основании описания принципов разработки локальной автоматической системы управления и диспетчеризации вентиляции делается вывод о том, что в результате их применения достигаются оптимальные характеристики эксплуатации зданий, влияющих на его безопасную эксплуатацию.

Секция «ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ИНЖЕНЕРНОМ ОБРАЗОВАНИИ»

Ключева Е. А. 3D-МОДЕЛИРОВАНИЕ КАК СРЕДСТВО МЕЖ- ПРЕДМЕТНОЙ ИНТЕГРАЦИИ В ПРОФЕССИОНАЛЬНОМ ОБРА- ЗОВАНИИ

Рассмотрены вопросы использования средств 3D-моделирования для организации межпредметной интеграции в среднем профессиональном образовании.

Секция «ЛАНДШАФТНАЯ АРХИТЕКТУРА, ЗЕМЛЕУСТРОЙСТВО И КАДАСТРЫ»

Конев С. Д., Юркина Е. В. АНАЛИЗ РЕСУРСНОГО ПОТЕН- ЦИАЛА ТЕХНИЧЕСКИХ РАСТЕНИЙ РЕСПУБЛИКИ КОМИ И НЕ- КОТОРЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ ИХ ПЕРСПЕКТИВНОГО ИСПОЛЬ- ЗОВАНИЯ

На основании проведенного анализа установлены перспективные группы технических растений. Проведена оценка широко представленных на территории Республики Коми дубильных, волокнистых растений. Обоснована целесообразность их более широкого использования.

Феднев Д. С., Юркина Е. В. ОЦЕНКА РЕСУРСНОГО ПОТЕН- ЦИАЛА БЕРЁЗОВОГО ГРИБА (*Inonotus obliquus*) НА ТЕРРИТОРИИ РЕСПУБЛИКИ КОМИ И ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ БЕ- РЕЗНЯКОВ ДЛЯ ЕГО ЗАГОТОВКИ

Охарактеризован ресурсный потенциал некоторых видов грибов таежных лесов Республики Коми. Приведены характеристики, промысловые показатели берёзового гриба. Описаны его особенности и перспективы использования.

Секция «МОНИТОРИНГ ЗАЩИТНЫХ И ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ ЛЕСОВ НА ОСНОВЕ СОВРЕМЕННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ»

Большаков А. С. К МЕТОДИКЕ ВЫБОРА ЛЕСНЫХ УЧАСТ- КОВ ДЛЯ ВЕДЕНИЯ ИНТЕНСИВНОГО ЛЕСНОГО ХОЗЯЙСТВА

На основе анализа научно-исследовательских публикаций и опыта практических работ в области интенсивного лесного хозяйства предлагается практический подход к выбору лесных участков для ведения интенсивного лесного хозяйства в освоенном лесном фонде.

Пахучая Л. М. РЕКРЕАЦИОННЫЙ ПОТЕНЦИАЛ ОСУШАЕМЫХ ЛЕСНЫХ ЗЕМЕЛЬ В ЗЕЛЕННОЙ ЗОНЕ г. УХТЫ

Рассмотрены вопросы вовлечения в рекреационное лесопользование объектов лесосошения в Республике Коми. В качестве объектов исследования взяты насаждения, расположенные на осушаемых лесных землях в зеленой зоне г. Ухты. Приведены результаты ландшафтной таксации на объектах гидромелиорации. Даны предложения по эффективному использованию таких территорий с целью развития чистого вида лесопользования, к которому может быть отнесено рекреационное лесопользование.

Пахучий В. В. РУБКИ УХОДА НА ОБЪЕКТАХ ГИДРОМЕЛИОРАЦИИ

Дана оценка возможности использования в Республике Коми нормативов по рубкам ухода в насаждениях на объектах лесосошения, разработанных в соседних с республикой областях. Показано, что при разработке региональных нормативов по рубкам ухода в осушаемых лесах Республики Коми необходимо использовать имеющиеся наработки в соседних регионах, корректируя их на основе изучения производственного местного опыта и выполненных ранее в республике исследований.

Пахучий В. В., Полещиков С. М. 3D-КРУГОВЫЕ ПРОБНЫЕ ПЛОЩАДИ — РАЗВИТИЕ МЕТОДА КРИТИЧЕСКОЙ ВЫСОТЫ

В работе рассмотрены теоретические положения и дана оценка возможности практического использования пробных площадей, закладываемых не в двух, а в трех измерениях. Приведены примеры графического представления интегральной характеристики древостоя — запаса древесины на основе 3D-моделирования. Предложены новые подходы к обоснованию метода критической высоты.

Секция «ПРОБЛЕМНЫЕ ВОПРОСЫ ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКИ»

Готман Н. Э. ПРИМЕНЕНИЕ ЯЗЫКА АЛГЕБРАИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ JuMP ДЛЯ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧИ ОБОБЩЕННОГО ОЦЕНИВАНИЯ СОСТОЯНИЯ ЭНЕРГОСИСТЕМЫ

Рассматривается решение задачи обобщенного оценивания состояния электроэнергетической системы по данным синхронизированных векторных измерений. Программная реализация решения задачи, записанной в виде задачи целочисленного линейного программирования, выполнена на языке JuMP с помощью современных оптимизационных пакетов, применяющих алгоритмы целочисленного линейного программирования.

Чехонин В. Н. ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКА КАК ДРАЙВЕР СОЦИАЛЬНОЙ СТАБИЛЬНОСТИ. ОРГАНИЗАЦИЯ УЛИЧНОГО ОСВЕЩЕНИЯ

На основе общественного мнения о работе электросетевых организаций и практики реализации программы Энергосбережение и повышение энергетической эффективности на территории Республики Коми рассмотрены вопросы организации уличного освещения в населенных пунктах муниципальных образований.

Чукреев М. Ю. МЕТОДИКА И РЕЗУЛЬТАТЫ ОЦЕНКИ НАДЕЖНОСТИ ЭНЕРГОСИСТЕМЫ ДЛЯ РАЗЛИЧНЫХ АЛГОРИТМОВ АГРЕГИРОВАНИЯ НАБОРА ГЕНЕРИРУЮЩЕГО ОБОРУДОВАНИЯ

Неотъемлемой частью при составлении перспективных балансов мощности и электроэнергии для единой энергетической системы (ЕЭС) России является задача оценки показателей их надежности. Она требует большого объема вероятностной информации о работе генерирующего и сетевого оборудования (нормы аварийности, ремонтов и т. п.). При этом возникает необходимость большого объема вычислений, результаты которых надо структурировать и представлять пользователю в простом и наглядном виде. Это обстоятельство приводит к созданию блока обработки ретроспективной информации. Возможности созданного комплекса показаны на примерах оценки показателей балансовой надежности применительно к специально разработанной модели расчетной схемы ЕЭС России.

Чукреев Ю. Я. НОРМИРОВАНИЕ БАЛАНСОВОЙ НАДЕЖНОСТИ В СОВРЕМЕННЫХ УСЛОВИЯХ ПЛАНИРОВАНИЯ ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ СИСТЕМ

Для современных условий развития электроэнергетики приведены проблемные аспекты нормирования балансовой надежности электроэнергетических систем. Рассмотрен исторический ракурс проблемы и показаны основные направления совершенствования нормативно-технических материалов.

Ширяева Л. Л. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ В СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ

Рассмотрены вопросы развития энергетики в России и в Республике Коми с 1917 г. до наших дней, перспективы развития энергетики в сельском хозяйстве.

Шумилова Г. П., Готман Н. Э. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТОПОЛОГИИ ЭНЕРГОСИСТЕМЫ БОЛЬШОГО МАСШТАБА НА ОСНОВЕ синхронизированных векторных измерений

Для оценки топологии электрической сети предложено разделить сеть на участки с привязкой к установленным в ней устройствам РМУ. Для ка-

ждого участка сети использована своя нейронная сеть, входными переменными для которой являются векторные измерения, полученные от устройств РМУ, расположенных на данном участке. Проведенные на тестовой модели исследования показали, что при делении системы на подсистемы погрешность определения топологии уменьшается.

Секция «ПРОМЫШЛЕННАЯ ТЕПЛОЭНЕРГЕТИКА»

Андронов А. В. ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ РАЗЛИЧНЫХ СИСТЕМ ОТОПЛЕНИЯ НА ОСНОВЕ ДАННЫХ ПО ЭКСПЛУАТАЦИИ В УСЛОВИЯХ РЕСПУБЛИКИ КОМИ

Произведено сравнение различных типов систем отопления для промышленного здания в условиях РК. Сравнение проводилось между обогревателями, которые можно использовать в качестве прямого электрического отопления, и различными системами водяного отопления (дизельное, пеллетное, дровяное, угольное, электрическое). В результате сравнения были выявлены наиболее выгодные решения для отопления зданий.

Бушуев С. К. КОГЕНЕРАЦИЯ НА БАЗЕ ГАЗОТУРБИННЫХ УСТАНОВОК МАЛОЙ МОЩНОСТИ

Рассматривается вопрос совместной выработки тепловой и электрической энергии (когенерации) на базе газотурбинных установок малой мощности.

Кочева Л. С., Карманов А. П. ВОЗДЕЙСТВИЕ ВЫСОКОЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО ИЗЛУЧЕНИЯ НА ЦЕЛЛЮЛОЗОСОДЕРЖАЩИЕ МАТЕРИАЛЫ

Приводятся результаты изучения влияния высокоэнергетического излучения (на примере γ -облучения) на сульфатную листовую целлюлозу до и после модификации. Изменения в ИК-спектрах облученной целлюлозы и материалов на ее основе свидетельствуют о перегруппировке системы водородных связей и возможности образования новых концевых связей, что положительно сказывается на прочностных характеристиках целлюлозных волокон и повышает устойчивость к старению целлюлозосодержащих материалов.

Леканова Т. Л., Казакова Е. Г., Дмитриева П. Ю. РЕКУПЕРАЦИЯ ТЕПЛОТЫ ВЫТЯЖНОГО ВОЗДУХА В СИСТЕМАХ ВЕНТИЛЯЦИИ

Проведен энергетический анализ образования тепловой энергии в цехе производства нетканых материалов. Показано, на каких узлах оборудования электрическая мощность преобразуется в тепловую энергию, что ведет к потере тепла. Рассмотрены принципиальные схемы возможных технических решений по рекуперации тепловой энергии для решения внут-

ренных технологических задач цеха. Проведена долевая оценка рассмотренных технических решений в суммарном количестве тепловой энергии цеха. Проведен подбор оборудования по предложенной схеме рекуперация избыточной теплоты

Леканова Т. Л., Мусихин П. В., Горбатенко А. Н. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ГЕОТЕРМАЛЬНЫХ ИСТОЧНИКОВ ЭНЕРГИИ В РАЙОНАХ СЕВЕРА

Предложен способ извлечения тепловой энергии из искусственно нагретого грунта, который может использоваться в качестве альтернативных источников энергии, например, для отопления зданий и сооружений, подогрева приточного вентиляционного воздуха, производства бытовой горячей воды

Леканова Н. Е., Соловьев П. В. НОРМАТИВНО-ПРАВОВЫЕ ОСНОВЫ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ

Анализ современного правового регулирования в сфере теплоснабжения показал, что оно призвано обеспечить надежность теплоснабжения и максимальное энергосбережение. В работе описано как регулируются правоотношения в сфере теплоснабжения и даны рекомендации, направленные на повышение эффективности нормативно-правового регулирования правоотношений, при их применении.

Секция «ТРАНСПОРТНЫЕ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ МАШИНЫ»

Евстафьев Н. Г., Королёв В. В., Потапов А. В. ОЦЕНКА НЕОПРЕДЕЛЕННОСТИ ЗАПАСА ДРЕВЕСИНЫ ПРИ ТАКСАЦИИ ЛЕСОСЕК СПОСОБОМ ПЕРЕЧЕТА

Предложена процедура имитационного моделирования для оценки неопределенности запаса древесины при таксации лесосек посредством сплошного либо ленточного перечета. Для демонстрации результатов применения предложенной процедуры проведены численные расчеты в программной среде MATLAB.

Еремеева Л. Э. ОЦЕНКА ТРАНСПОРТНОЙ ДОСТУПНОСТИ И ТЕНДЕНЦИИ ЕЕ РАЗВИТИЯ В РЕСПУБЛИКЕ КОМИ

На основе анализа состояния транспортной доступности в разрезе территорий муниципальных образований Республики Коми выполнена оценка, а также определены тенденции ее развития с учетом потребности регионального и общероссийского развития транспортной системы.

Кульминский А. Ф. ЛЕСНАЯ ТРАНСПОРТНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ МАШИНА НА ГУСЕНИЧНОМ ХОДУ

Приведены требования к лесной транспортно-технологической машине на гусеничном ходу. Предложен вариант конструкции машины для работы на слабонесущих грунтах.

Самородницкий А. А., Свойкин В. Ф. К ВОПРОСУ ОБРАБОТКИ СТВОЛОВ ДЕРЕВЬЕВ ХАРВЕСТЕРОМ

Производится оценка простейших статистических параметров на основе выборки данных для анализа влияния объема стволов деревьев на время обработки этих стволов. Проведена оптимизация оценок при определенной группировке выборки.

Сивков Е. Н. ОЦЕНКА ДВИЖЕНИЯ ТРАНСПОРТНОЙ СИСТЕМЫ

Актуальность статьи — в определении единого оценочного показателя для общего анализа динамики изменения транспортных систем взаимосвязанных поточностью перевозок.

Соколова В. А., Алексеева Е. А., Теппоев А. В., Елисеев И. В., Орлов В. В. ХРАНЕНИЕ И ТРАНСПОРТИРОВКА ИЗМЕЛЬЧЕННЫХ МАТЕРИАЛОВ НА ЛЕСНЫХ СКЛАДАХ

Рассмотрены вопросы, касающиеся складирования и перемещения измельченных лесоматериалов на лесопромышленных складах.

Секция «ФИЗИКА И АВТОМАТИЗАЦИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ И ПРОИЗВОДСТВ»

Плешев Д. А., Асадуллин Ф. Ф., Власов В. С., Котов Л. Н., Оганезова Н. А. ОСОБЕННОСТИ ВОЗБУЖДЕНИЯ МАГНИТНОЙ И УПРУГОЙ ПОДСИСТЕМ В ТОНКИХ ПЛЕНКАХ МАГНЕТИКОВ ПРИ ПЕРЕМАГНИЧИВАНИИ ПОСТОЯННЫМ ПОЛЕМ

Рассматриваются связанные колебания намагниченности и упругого смещения в нормально намагниченной ферритовой пластине с магнитоупругими свойствами. Представлена модель возбуждения динамики магнитной и упругой подсистем при перемагничивании пленки магнетика постоянным полем. Определены амплитудно-частотные характеристики возбуждаемых колебаний вектора намагниченности и упругого смещения.

Полешиков С. М., Турьев А. В. АНГАРМОНИЧЕСКИЙ ОСЦИЛЛЯТОР С ПОТЕНЦИАЛОМ, СОДЕРЖАЩИМ ТОЛЬКО ЧЕТНЫЕ СТЕПЕНИ

Предложен метод расчета задачи ангармонического осциллятора с симметричным степенным потенциалом.

Устюгов В. А., Асадуллин Ф. Ф. ИССЛЕДОВАНИЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЙ ЧАСТИЦ КОМПОЗИТНЫХ ПЛЕНОК ПО РАЗМЕРАМ

Проведен расчет магнитных взаимодействий для описания структуры композитной пленки. Показано, что для приближённого аналитического вычисления магнитных характеристик плёнок необходимо описать неоднородную плёнку как сплошную композитную среду. Проведена оценка параметров этой среды с использованием распределения гранул плёнки по размерам.

Секция «ФОРМИРОВАНИЕ ЛИЧНОСТИ СПЕЦИАЛИСТА ЛЕСНОЙ ОТРАСЛИ ЧЕРЕЗ ПРЕПОДАВАНИЕ ГУМАНИТАРНЫХ ДИСЦИПЛИН»

Мачурова Н. Н. СТАБИЛЬНОСТЬ ГОСУДАРСТВА — ОСНОВА СТАБИЛЬНОСТИ СЕМЬИ

В статье приводятся данные, говорящие о динамике стабильности семьи в зависимости от стабильности государства.

Погодина И. С. РОБИНЗОН И ПЯТНИЦА: ПРОСВЕТИТЕЛЬСКИЙ МИФ В ПОСТКОЛОНИАЛЬНОМ РОМАНЕ ДЖ. М. КУТЗЕЕ «МИСТЕР ФО»

В статье приводится попытка анализа рецепции романа Даниеля Дефо «Странные и удивительные приключения Робинзона Крузо» в постколониальном романе Дж. М. Кутзее «Мистер Фо». С помощью описания приемов мифологизации художественных образов выделяются мотивы труда и разума, сомнения, наказания, общие для рассматриваемых романов. Проведенный сравнительный анализ раскрывает особенности диалога просветительского и постколониального дискурсов в литературе.

Попова Т. В. К ВОПРОСУ О ПЕРЕВОДЕ ТРАНСФОРМАЦИЙ В НАУЧНЫХ ТЕКСТАХ С УЧЕТОМ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ НАПРАВЛЕННОСТИ СПЕЦИАЛИСТА ЛЕСНОЙ ОТРАСЛИ

Рассматриваются виды переводческих трансформаций в письменном переводе научных текстов, формирующиеся на основе теоретических, языковых практических и экстралингвистических знаний. Навыки и умения применения трансформаций необходимо формировать у студентов технических вузов исходя из целей обучения иностранному языку, одной из которых является полный письменный перевод иноязычных текстов научного характера.

Хохлова Е. В., Леканова Е. Е. ПОТРЕБНОСТИ КАК ОСНОВАННИЕ КЛАССИФИКАЦИИ ПРАВ ЧЕЛОВЕКА

Показаны недостатки классификации прав человека по поколениям. Предлагается классификация прав человека в зависимости от обеспечиваемых ими потребностей.

Секция «ХИМИЯ И ХИМИЧЕСКИЕ ТЕХНОЛОГИИ»

Ипатова Е. У., Дёмин В. А., Пахучая Л. М. ИК ФУРЬЕ СПЕКТРОСКОПИЯ ДРЕВЕСИНЫ БЕРЕЗЫ, ПОРАЖЕННОЙ БЕРЕЗОВЫМ ТРУТОВИКОМ

Методом ИК-Фурье-спектроскопии были изучены изменения древесины березы при поражении березовым трутовиком. Показано, что поражение древесины березовым трутовиком (*Piptoporus betulinus* (Bull.) P. Karst.) приводит к деструкции ксилемного вещества и изменениям в химическом составе древесины, в частности, в составе и количестве лигнина, полисахаридов, содержании функциональных групп, что отражается на спектральных характеристиках древесины в инфракрасном диапазоне. Наблюдаются изменения в положении максимумов и контура основных полос пропускания в ИК Фурье ДО спектрах, связанные с колебаниями в содержании гидроксильных, метиленовых (метиновых), карбонильных групп, а также с содержанием ароматических структур лигнина и целлюлозы Кюршнера.

Казакова Е. Г., Дёмин В. А. ИЗУЧЕНИЕ СКОРОСТИ РЕАКЦИИ ДИОКСИДА ХЛОРА С ЛИСТВЕННОЙ ПОРОШКОВОЙ ЦЕЛЛЮЛОЗОЙ В БУФЕРНОМ РАСТВОРЕ ПРИ $\text{pH} \approx 4$

Изучена скорость расходования диоксида хлора на реакцию с остаточным лигнином порошковой и небеленой сульфатной целлюлозы потенциометрическим методом в присутствии буфера с $\text{pH} = 4$. Рассчитаны константы скоростей химических реакций первого и второго порядков.

Полещиков С. М., Дёмин В. А. МАТЕМАТИЧЕСКОЕ ОПИСАНИЕ ПОТЕНЦИОМЕТРИЧЕСКИХ КРИВЫХ РЕАКЦИИ ДИОКСИДА ХЛОРА С ЛИГНОЦЕЛЛЮЛОЗАМИ

Предложена математическая модель реакции разложения диоксида хлора в слабокислой среде. На основе кинетических исследований реакции диоксида хлора с остаточным лигнином лиственной сульфатной целлюлозы в кислой среде установлена эмпирическая зависимость эффективной константы скорости реакции псевдопервого порядка от концентрации лигнина в реакционной смеси. Подобраны коэффициенты этой зависимости методом наименьших квадратов.

Секция «ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ РЕСПУБЛИКИ КОМИ»

Коньк О. А. ТЕХНОГЕННЫЕ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫЕ СИТУАЦИИ РЕСПУБЛИКИ КОМИ И РАБОТА ПОДРАЗДЕЛЕНИЙ МЕДИЦИНЫ КАТАСТРОФ

При возникновении техногенных чрезвычайных ситуаций любого характера возникает необходимость четкого действия работников МЧС и медицинской службы, способной предоставить эффективную медицинскую помощь населению. Предлагается проанализировать основные техногенные ситуации Республики Коми, МО ГО «Сыктывкар» и алгоритмы действий работников ГБУ РК «Территориальный центр медицины катастроф» в чрезвычайных ситуациях.

Коньк О. А., Рубан З. А. РАЗРАБОТКА ТЕРРИТОРИАЛЬНОЙ СХЕМЫ ОБРАЩЕНИЯ С ОТХОДАМИ В МО ГО «СЫКТЫВКАР»

Анализ обращения с отходами на территории МО ГО «Сыктывкар» свидетельствует об неудовлетворительном состоянии мест сбора отходов, системы вывоза и хранения отходов на свалке в м. Дырнос. Сроки эксплуатации полигона превышают нормативные в три раза. На полигон складываются отходы бумаги, картона, пластика, стекломой, которые являются вторичными материальными ресурсами. Расчет нормы накопления ТКО от жилого и нежилого секторов показал, что она составляет 122 тыс. т/год. Предлагается современная территориальная система управления отходами, включающая отдельный сбор отходов, установку новых контейнеров, строительство современных контейнерных площадок и мусоросортировочного завода.

Коньк О. А., Соколова Н. И. СПЕЦИАЛЬНАЯ ОЦЕНКА УСЛОВИЙ ТРУДА В ПРОИЗВОДСТВЕННОМ ОТДЕЛЕНИИ «ЮЖНЫЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ СЕТИ» ФИЛИАЛА ПАО «МРСК СЕВЕРО- ЗАПАДА» «КОМИЭНЕРГО»

В соответствии со статьей 212 Трудового кодекса Российской Федерации работодатель обязан обеспечить на всех рабочих местах безопасные условия труда, которые подтверждаются результатами специальной оценки условий труда (СОУТ). В производственном отделении «Южные электрические сети» СОУТ была проведена на 663 рабочих местах 755 работников. Анализ результатов СОУТ свидетельствует, что наиболее вредными и опасными производственными факторами в подразделениях «Службы воздушных линий» и «Службы механизации и транспорта» являются шум, общая и локальная вибрация, химический фактор, ультрафиолетовое излучение. Наибольший ущерб здоровью работников в службе воздушных линий наносится фактором «Шум» от 29 до 63 суток СППЖ в год, в службе механизации и транспорта – фактором «Общая вибрация» от 12 до 42 су-

ток СППЖ в год. Для решения проблем предлагается ряд мероприятий, компенсации и льготы.

Шахова Т. В., Кочева М. Н. ПУТИ РЕШЕНИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ ДСП НА ДЕРЕВОПЕРЕРАБАТЫВАЮЩЕМ ПРЕДПРИЯТИИ РЕСПУБЛИКИ КОМИ

Актуальность данной статьи — экология и безопасность при производстве древесно-стружечных плит в ООО «Сыктывкарский фанерный завод».

Полина И. Н., Миронов М. В. ОБЕСПЕЧЕНИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ ОБРАЩЕНИИ С ОТХОДАМИ НА ПРЕДПРИЯТИИ СП АО «КОМИАВИАТРАНС» «АЭРОПОРТ СЫКТЫВКАР»

Рассмотрены вопросы обеспечения экологической безопасности при обращении с отходами. Проанализирована система обращения с отходами различных классов опасности.

Круглый стол «ЛЕСНАЯ ОТРАСЛЬ — ДРАЙВЕР РАЗВИТИЯ ЭКОНОМИКИ РЕСПУБЛИКИ КОМИ»

Енц Г. П. ОСОБЕННОСТИ ВНУТРЕННЕГО КОНТРОЛЯ БАНКОВСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ В СОВРЕМЕННЫХ УСЛОВИЯХ

Определены особенности внутреннего контроля, нормативная обоснованность и эффективность его применения в банковской деятельности.

Иваницкая И. И., Сандригайло Л. З. ЗАРУБЕЖНЫЙ ОПЫТ РАЗВИТИЯ ЛЕСНОЙ ОТРАСЛИ

Представлен анализ развития лесопромышленного комплекса России и Канады по отдельным экономическим параметрам. Целью данного анализа является определение наиболее значимых проблем в исследуемой теме для разработки наиболее эффективных путей их решения.

СТАТЬИ

Секция «АРХИТЕКТУРА И СТРОИТЕЛЬСТВО»

УДК 625.7/8 (470.13)

На основе проведенных исследований криогенных процессов, характерных для значительной части территории Республики Коми, определены инженерно-геокриологические условия, которые необходимо учитывать при принятии конструктивных решений при строительстве автомобильных дорог.

Ключевые слова: геокриологические условия, многолетнемерзлая порода, автомобильная дорога.

В. А. Илларионов,

кандидат геолого-минералогических наук, доцент;

В. С. Слабиков,

кандидат экономических наук, доцент;

К. Е. Вайс,

старший преподаватель

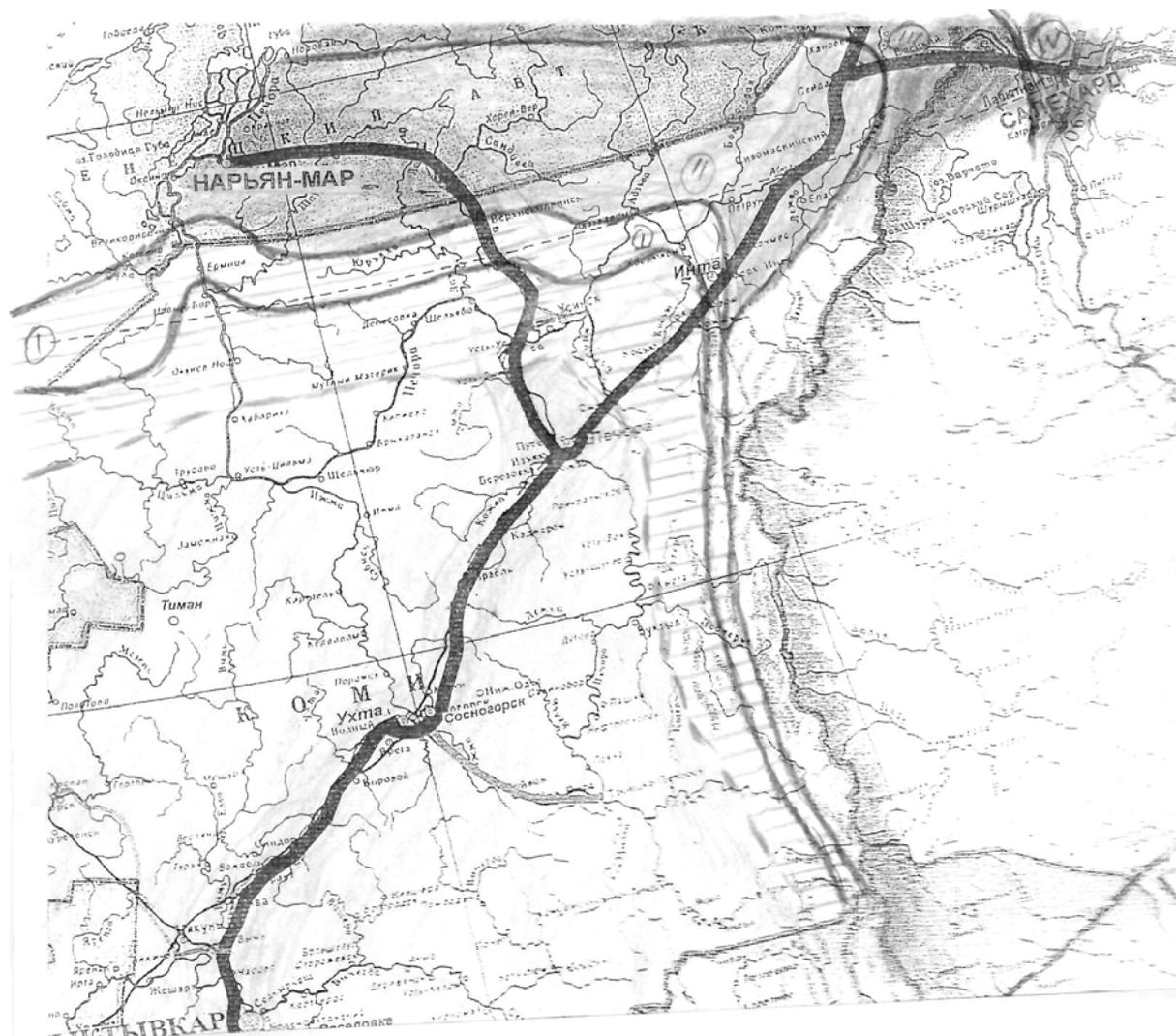
(Сыктывкарский лесной институт)

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ИНЖЕНЕРНО-ГЕОКРИОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ ПРИ СТРОИТЕЛЬСТВЕ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ НА ТЕРРИТОРИИ РЕСПУБЛИКИ КОМИ

Освоение северных территорий России, характеризующихся сложными инженерно-геокриологическими условиями, требует решения широкого круга вопросов, связанных со строительством и эксплуатацией автомобильных дорог. Для этого необходимо обычные инженерно-геологические работы дополнить более сложными и продолжительными инженерно-геокриологическими исследованиями, которые позволят расширить представление о распространении многолетнемерзлых пород по площади и в разрезе, степени неоднородности их характеристик — температуры, льдистости, развитию криогенных процессов — для их учета при разработке защитных мероприятий в процессе строительства и последующей эксплуатации автомобильных дорог.

На основании проведенных исследований и использования ранее полученных данных установлено, что инженерно-геокриологические условия на территории Республики Коми определяются несколькими зонами [3; 4].

В первой зоне многолетнемерзлые породы развиты среди талых пород лишь в виде отдельных островов с максимальной мощностью до 25 м, ее южная граница проводится условной линией по широтному колену р. Печора и опускается на юг вдоль западного склона Урала (рисунок).



-  - зона сезонного промерзания и оттаивания пород и простого строения по геокриологическим условиям;
-  - зона островного распространения (ММП) и средней сложности строения по геокриогенным условиям;
-  - зона несплошного ММП и сложного строения по геокриогенным условиям;
-  - зона сплошного распространения ММП с T_{cp} 2-5°C и весьма сложного строения по геокриогенным условиям;
-  - зона сплошного распространения ММП с T_{cp} 3-12°C и весьма сложного строения по геокриогенным условиям.

Карта-схема автомагистрали Сыктывкар — Нарьян-Мар с показом геокриологических условий

В Ухтинском и западной части Печорского районов, примыкающих с юга к этой зоне, верхняя часть разреза представлена рыхлыми четвертичными отложениями мощностью до 30—50 м, сверху вниз выделяются следующие генетические типы: покровные образования, главным образом суглинки, супеси мощностью 0,5—1,0 м, отложения верхней морены флювиогляциальных песков с галечником и ледниковые суглинки московского ледниковья.

Вечномерзлые грунты в этих районах отсутствуют, а сезонное промерзание грунтов в зимнее время глубокое, средняя глубина промерзания суглинистого грунта, согласно расчету по ОДН 218.04101, составляет 190 см, влажного песчаного — 230 см [2]. В этих природно-климатических условиях северной тайги грунты подвержены морозному пучению и развитию морозобойных трещин, которые наносят большой ущерб при строительстве и эксплуатации автомобильных дорог. Явление пучения происходит при промерзании пылевато-глинистых грунтов, песков пылеватых и мелких, а также крупноблочных грунтов с пылевато-глинистым заполнителем, имеющим к началу промерзания повышенную влажность. При сезонном промерзании почвы и грунтов деформации пучения проявляются в поднятии поверхности почвы или грунта, высота которого определяется расчетом с учетом времени промерзания, средней температуры, влажности, коэффициента фильтрации и льдистости [1]. Учет климатических воздействий на определение морозостойкости дорожной одежды, глубины промерзания грунтов и положения уровня грунтовых вод позволит принять решение по снижению возможности влияния морозного пучения на их устойчивость. Расчет дорожных одежд и оснований выполняется по правилам и методикам, применяемым для талых грунтов с учетом глубины сезонного промерзания и изменения гидрогеологических условий при нарушении естественного поверхностного покрова.

Район Усинска и прилегающая к нему территория расположены в наиболее измененной по криогенным условиям зоне с комплексом развития в верхней части разреза покровных суглинков мощностью 0,5—1,0 м и ледниковых образований верхней морены, представленной валунными суглинками мощностью до 40—70 м. Территория характеризуется близким залеганием к поверхности зеркала грунтовых вод от 0,2 до 2,4 м. Мощность водоносного горизонта 12—17 м. Высокое залегание грунтовых вод, большое количество осадков при сравнительно малом испарении и равнинном характере территории обуславливают заболоченность (до 40 % площади). Преобладание в разрезе болотистых грунтов и илов, мощность торфяников — от 0,3 до 4,0 м, илов — до 1,0 м. Промерзание грунтов в этом районе начинается в конце октября — начале ноября. Наибольшая глубина промерзания в естественных условиях 1,2—2,0 м, нормативная глубина промерзания в глинах и суглинках составляет 2,5 м, супесь и пески — 3,1 м, торф — 0,7 м. Несмотря на довольно низкую среднегодовую температуру воздуха, вечномерзлые грунты имеют островной характер залегания при температуре 0—2 °С мощностью 20—100 м и развиты в северной части Усинского района. В южной части этой зоны вечной мерзлоты, где развит лесотундровый комплекс, наиболее распространенным видом деформации является пучение земляного полотна. Оно происходит вследствие объемного расширения воды в связном (глинистом) грунте при

дополнительном ее поступлении в промерзший грунт из нижележащих талых слоев грунта с образованием ледяных прослоек и линз, разуплотнением скелета грунта, увеличением его объема и поднятием поверхности грунта (пучение).

В практике инженерных расчетов для оценок территории необходимо определять следующие параметры, характеризующие процесс криогенного пучения в грунтах: суммарную величину, среднюю интенсивность пучения по глубине, неравномерность пучения по площади.

В сложных мерзлотногрунтовых условиях, когда прогнозируется оттаивание грунтов естественного основания, строительство земляного полотна автомобильной дороги целесообразно производить с применением принципа использования многолетнемерзлых пород в качестве оснований сооружений, предусматривающего частичное оттаивание грунтов с учетом допустимых деформаций дорожного покрытия в процессе эксплуатации автомобильной дороги. Это позволит значительно удешевить стоимость строительства за счет использования глинистых местных грунтов взамен дорогих привозных, обломочных (дренирующих) грунтов. При этом на участках островной мерзлоты земляное полотно следует проектировать и строить по третьему принципу с обеспечением предварительного оттаивания грунтов основания под насыпью (примерно за год до возведения земляного полотна) с подготовкой дорожной полосы, включая осушение.

Вторая зона, расположенная севернее, состоит из несплошных многолетнемерзлых пород с максимальной мощностью до 100 м (северная часть Усинского района с прилегающими к нему территориями). Для нее характерен тундровый на севере и лесотундровый на юге зоны ландшафт. Рельеф ровный, редко холмистый, в верхней части разреза развиты глинистые, пылеватые, торфо-глинистые и песчаные грунты. Средняя глубина сезонного оттаивания песчаных грунтов — 2,9 м, заторфованных грунтов — 0,7 м. Вечномерзлые грунты имеют островной и массивно-островной характер распространения, среднегодовая температура от 0 до 1,5—3 °С, мощность мерзлой толщи 100—200 м. Из криогенных процессов отмечаются сезонные бугры пучения, наледообразования, приуроченные к долинам рек.

При проектировании земельного полотна и дорожной одежды для конкретного района следует учитывать обеспечение постоянного водного режима земельного полотна в отдельные периоды года. Для этого должно быть предотвращено проникновение воды в земельное полотно по капиллярам и в результате процессов зимней миграции влаги от высокого уровня грунтовых вод в рассматриваемом районе и из мест застоев поверхностных вод при необеспеченном водоотводе, учитывая заболоченность территории до 40 %. При этом производится подъем земельного полотна до оптимального возвышения с учетом высоты снежного покрова. При невоз-

возможности поднять бровку земельного полотна до указанной высоты постоянство водного режима может быть обеспечено устройством внутри земляного полотна изолирующих прослоек, прерывающих перемещение влаги, при обеспечении отвода воды от дождей и таяния снега.

Район Нарьян-Мара и прилегающей к нему территории с востока отнесены к **третьей зоне** массивно-островного и прерывистого распространения многолетнемерзлых пород (ММП), для которых характерен тундровый на севере и лесотундровый на юге зоны ландшафт. В верхней части разреза развиты глинистые, пылеватые, торфо-глинистые и песчаные грунты. Средняя глубина сезонного оттаивания деятельного слоя из песчаных грунтов — 2,9 м, заторфованных грунтов — 0,7 м. Вечномерзлые грунты имеют среднегодовую температуру 1,5—3,0 °С, мощность мерзлой толщи 100—200 м. Характерной для всего района является заболоченность территории, достигающая 70 % в тундровой зоне и сокращающаяся к югу в лесотундре до 50 %. Из криогенных процессов отмечаются сезонные бугры пучения, наледеобразования, встречаются единичные термокарстовые образования, приуроченные к долинам рек. Наличие значительных площадей, занятых биогенными отложениями на космоснимках, отличающихся повышенной льдистостью (влажностью), обычно всегда требовало особого подхода при освоении, так как общеизвестно, что нарушение мохового торфяного покрова на участках с ММП приводит к оттаиванию пород и угрожает устойчивости сооружений. В целом участки распространения отложений биогенного комплекса данного района надо считать неблагоприятными для любого вида строительства. Для участков с особо сложными мерзлотно-грунтовыми условиями проектирование автодорог необходимо производить с учетом индивидуальных особенностей конкретных участков. Земляное полотно проектируют в насыпях из песчаных, а при их дефиците из глинистых грунтов — с применением теплоизолирующих материалов в основании и теле земполотна, в основании дорожной одежды. В случае их нарушения возможны весьма значительные осадки.

На территории Воркуты и северной части Ненецкого автономного округа располагается **четвертая зона** многолетнемерзлых пород, характеризующаяся сплошным распространением преобладающей мощности от 130 до 200 м и температурой 2—5 °С и ниже. В природно-климатических условиях тундры верхняя часть геологического разреза представлена рыхлыми наносами четвертичного возраста. Мощность их неодинакова и на некоторых участках достигает 120—130 м. В разрезе выделяются четыре генетических типа сверху вниз: покровные образования, главным образом суглинки мощностью 0,5—1,0 м; отложения верхней морены — суглинки, супеси (находящиеся во влажном состоянии); межледниковые осадки; образования нижней морены — супеси, суглинки (влажные). В верхней части многолетней зоны мерзлоты выделяется деятельный слой, который зимой

замерзает, а летом оттаивает. Наименьшая его толщина (0,2—1,0 м) наблюдается на болотистых местах вследствие плохой теплопроводности торфа, а наибольшая (2,0—4,0 м) — в песчаных, гравелистых и щебенистых грунтах. Знание и учет эффективности факторов промерзания и протаивания пород позволит выработать инженерно-криологические и гидрогеологические прогнозы и рекомендации для обеспечения оптимальных условий строительства и эксплуатации автомобильных дорог. Исходные глубины промерзания и оттаивания определяются расчетом [1].

Деятельность грунтовых вод в приповерхностной толще в условиях развития ММП оказывается ничтожной. В нижней части деятельного слоя происходит накопление влаги от таяния льда, образующегося в результате процессов зимней миграции воды, от просачивания через толщу деятельного слоя дождевых и талых вод.

Высокая влажность и льдистость грунтов в этом районе, состоящих из глин, суглинков и песков, приводит к однолетним и многолетним буграм пучения от 1,0 до 2,0 м. Наряду с буграми пучения широко распространены формы, связанные с термокарстовыми образованиями, просадками, осадками и солифлюкцией, возникающими в результате протаивания грунтов деятельного слоя, процессами пучения, растрескивания, морозобойными трещинами при промерзании грунтов. Поэтому строительство автомобильных дорог в таких условиях целесообразно осуществлять с применением 1-го принципа использования многолетнемерзлых пород в качестве оснований сооружений с сохранением мерзлоты в основании насыпи в течение всего периода эксплуатации автомобильных дорог. При мерзлотной просадке вследствие падения прочности и несущей способности основания образуется чаша протаивания, а вдоль подошвы насыпи — термокарстовые западины. Для его прекращения необходимо заполнить западину глинистым грунтом и перекрыть дерном со мхом и травой.

В основу при проектировании и строительства автомобильных дорог в этой зоне в большинстве мест должно быть положены минимальные нарушения естественного режима местности, не допускающие оттаивания грунтов оснований, так как отступления от этих положений может привести к недопустимым деформациям и разрушению дорожной одежды.

Если сохранить мерзлое состояние грунтов основания нельзя (например, в южной части вечномерзлой зоны с температурой грунта выше $-1,5^{\circ}\text{C}$), ожидаемую тепловую деформацию определяют расчетом и предусматривают запас на осадку насыпи в ее конструкции (уширение верха, уположение откосов, устройство берм и т. п.).

Четвертая зона, расположенная на Крайнем Севере Ненецкого автономного округа и северной части Малоземельской и Большеземельской тундры, характеризуется глинистыми, пылеватыми, иловатыми, торфоглинистыми и болотными со среднегодовой умеренной влажностью более

предела текучести грунтами в верхней части разреза и сплошным развитием многолетнемерзлых пород мощностью 100—500 м и более. Средняя температура от 1,5—3 до минус 12 °С (на глубине 10—12 м), промерзание 0,4—2,0 м. Высокое содержание льдов различных типов с неглубоким залеганием. Из криогенных процессов широко распространены термокарстовые образования, приуроченные к сильнольдистым грунтам. Отмечается интенсивное образование бугров пучения, морозобойного растрескивания, солифлюкции.

Многолетнее промерзание дисперсных отложений, неравномерно развивающихся по площади, приводит к образованию многолетних бугров пучения. Их формирование сопровождается льдообразованием в локальных участках до глубин 10 м и более. Размеры в основании от 3—5 м до нескольких десятков и даже сотен метров. Практически вся территория рассматриваемой зоны находится в пределах сплошного распространения ММП, для которой характерна большая чувствительность к изменению факторов теплообмена, в том числе изменение условий снегонакопления, разрушение торфяного горизонта, избыточное увлажнение и низкие температуры деятельного слоя. Строительство здесь должно производиться по нетиповым проектам с учетом рекомендаций по конструкции земляного полотна автодорог для массивно-островного и прерывистого распространения ММП.

Результаты проведенных исследований геокриологических условий позволяют сделать следующие выводы:

– В Ухтинском и Печорском районах оценка инженерно-геокриологических условий строительства автомобильных дорог связана с сезонно-мерзлым характером распространения мерзлых пород, которое может привести к образованию морозных трещин в зимний период на участках сопряжения насыпей с выемкой автомобильной дороги за счет разных теплоемкостей промерзающих грунтов, а также проявлением процессов многолетнего пучения при сезонном промерзании пучинистых грунтов. Строительство автомобильной дороги в таких условиях должно проводиться с учетом индивидуальных геокриологических особенностей конкретных участков.

– В Усинском районе и в южной части Ненецкого автономного округа массивы высокотемпературных многолетнемерзлых пород характеризуются островным, массивно-островным и частично сплошным характером распространения. Многочисленные сквозные и несквозные талики, обеспечивающие контакты талых и мерзлых пород, могут служить местами наибольших нагрузок на секущие их инженерные сооружения и являться участками возможных разрушений. В этой части района необходимо сохранение многолетнемерзлых пород при строительстве и эксплуатации инженерных сооружений. Определение глубины протаивания и промерза-

ния грунтов деятельного слоя в этих местах производится по расчету. Природно-климатические условия в местах отсутствия или малого развития многолетнемерзлых пород позволяют проектировать земляное полотно по 2-му принципу с оттаиванием грунтов в основании и учетом возникающих при этом деформаций на величину определенную расчетом.

– В Воркутинском районе и северной части Ненецкого автономного округа массивы низкотемпературных многолетнемерзлых пород сплошного распространения характеризуются значительно меньшим распространением в их пределах талых участков, более пестрым литологическим составом и низкими температурами, высокой льдистостью, склонностью к просадкам, проявлению процессов пучения в деятельном слое. Мощность деятельного слоя на стадии проектирования может быть определена на каждом участке по специальной методике расчета оттаивания и промерзания пород. Борьбу с морозным пучением необходимо проводить путем осушения водонасыщенных грунтов в период их разморзания или путем уменьшения глубины промерзания, применением покрытия теплоизоляционным слоем пучинистых грунтов полотна дороги или замены их непучинистыми грунтами (песком, гравием), в которых пучение не возникает. Высокольдистые грунты на участках развития бугристых образований распространяются до глубины 10 м и более и приводят к весьма значительным осадкам. Все это свидетельствует о необходимости сохранения многолетнемерзлых пород при строительстве и эксплуатации инженерных сооружений в этой части района.

Представленные сведения об инженерно-геокриологических условиях территории планируемого строительства автомобильных дорог позволят более дифференцированно дать ей оценку с точки зрения инженерного освоения и осуществить проектирование, строительство и эксплуатацию автомобильных дорог в неосвоенных районах со сложными природными условиями на более высоком научном уровне.

Библиографический список

1. Илларионов, В. А. Инженерное мерзлотоведение [Текст] : учеб. пособие / В. А. Илларионов. — Сыктывкар : СГУ, 2015. — 153 с.
2. ОДН 218.046-01. Проектирование нежестких дорожных одежд [Электронный ресурс] : утв. распоряжением Минтранса Рос. Федерации от 20.12.2000 № ОС-35-Р // СПС «КонсультантПлюс».
3. Осадчая, Г. Г. Региональные особенности мерзлотных условий на европейском Северо-Востоке [Текст] / Г. Г. Осадчая, Н. В. Тумель // Криосфера Земли как среда жизнеобеспечения : матер. междунар. конф. (Пушино, 2003). — Пушино, 2003. — С. 174—175.
4. Пантелеева, Е. С. Исследования взаимодействий ММП с сооружениями инфраструктуры на трассе магистрального газопровода Ямал-центр в Большеземельской тундре [Текст]. — Санкт-Петербург : Санкт-Петербургский гос. ун-т, 2016. — 64 с.

УДК 69

Дан сравнительный анализ применения стандартов определения надежности не только для объектов строительства, но и технологических процессов подготовки к строительству, непосредственного создания, размещения, привязки объектов строительства к местности и их обслуживания в процессе эксплуатации.

Ключевые слова: объект строительства, технология строительства, стандарт надежности.

Е. Н. Сивков,
кандидат технических наук
(Сыктывкарский лесной институт)

НАДЕЖНОСТЬ КАК ПОКАЗАТЕЛЬ ДЛЯ РАЗЛИЧНЫХ ПРЕДМЕТОВ ИССЛЕДОВАНИЯ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ

На современном этапе строительство — это не только объекты строительства, но и процессы, связанные с техникой и технологией создания объектов строительства.

По определению ГОСТ 27751-88, строительство — создание зданий, строений, сооружений (в том числе на месте сносимых объектов капитального строительства); вид производственной деятельности, результатом которой являются строительная продукция или строительные материалы и изделия. Надежность строительного объекта — свойство строительного объекта выполнять заданные функции в течение требуемого промежутка времени [1].

Исходя из официальных терминов и определений, надежности строительного объекта отводится роль показателя свойств выполнять заданные функции в течение требуемого промежутка времени. Для термина «строительство» не определен показатель надежности, т. е. технология создания зданий, строений и сооружений пока не имеет точного определения таких свойств.

Строительство относится к технической отрасли, поэтому рассмотрим стандарты надежности в технике. Чем отличается надежность технологии от надежности объекта? В соответствии с межгосударственным стандартом ГОСТ 27.002-2015 «Надежность в технике. Термины и определения» [2], надежность — это свойство объекта. Национальный стандарт Российской Федерации ГОСТ Р 53480-2009 «Надежность в технике. Термины и определения. ИЕС 60050 (191):1990-12 (NEQ)» [3] определяет, что надежность — это свойство готовности и влияющие на него свойства безотказности и ремонтпригодности, и поддержка технического обслуживания. Можно сказать, что ГОСТ Р 53480-2009 не ограничивает действие стан-

дарта относительно надежности только на объекты, значит, официально можно определять надежность и технологий.

В соответствии с проведенным анализом, национальный стандарт более широко определяет значение термина «надежность», что дает возможность в строительстве определить надежность в технологических процессах подготовки к строительству, непосредственного создания, размещения, привязки объектов строительства к местности и их обслуживания в процессе эксплуатации.

Библиографический список

1. Официальные термины и определения в строительстве, архитектуре и жилищно-коммунальном комплексе. — 3-е изд. (с изм. и доп.). — Москва : ФГУП «ВНИИНТПИ», 2006.
2. ГОСТ 27.002-2015. Надежность в технике. Термины и определения [Электронный ресурс] : введен в действие в качестве национального стандарта Российской Федерации с 1 марта 2017 г. : взамен ГОСТ 27.002-89. — Режим доступа: https://standartgost.ru/g/%D0%93%D0%9E%D0%A1%D0%A2_27.002-2015.
3. ГОСТ Р 53480-2009. Надежность в технике. Термины и определения. ЕС 60050 (191):1990-12(NEQ) [Электронный ресурс] : введен в действие с учетом основных нормативных положений международного стандарта МЭК 60050 (191):1990-12 «Надежность и качество услуг» (IEC 60050 (191):1990-12 «Dependability and quality of service», NEQ). — Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/1200077768>

УДК 625.032.86

Показано влияние на строительные процессы автоматизации строительных многооперационных машин с позиции упрощения процессов систематизации и контроля.

Ключевые слова: уровень автоматизации, уровень механизации, группировка процессов работ.

Е. Н. Сивков,
кандидат технических наук
(Сыктывкарский лесной институт)

ХАРАКТЕРИСТИКА ДОРОЖНО-СТРОИТЕЛЬНЫХ МАШИН ПО ВЛИЯНИЮ НА СТРОИТЕЛЬНЫЕ ПРОЦЕССЫ

Большое количество дорожно-строительных машин приобретает за рубежом производства с высоким уровнем автоматизации.

Автоматизация при производстве строительно-монтажных работ планируется в соответствии со строительной техникой, имеющейся в наличии у строительного предприятия на текущий момент времени с учетом мощности запланированных к закупке строительных машин за рассматриваемый период. Применение автоматизации предусматривается с использованием соответствующих приборов, устройств и автоматизированных систем: регулирования скоростей движения, дистанционного и программного управления рабочими органами машин, регулирования режима работы приводных силовых установок, робототехники и т. д. при управлении землеройными, подъемно-транспортными и другими машинами; при учете объемов и времени работы машин; при контроле качества; обеспечении безопасности производства работ; при приготовлении бетона, раствора, асфальтобетона и т. п. Перечень машин принимается в плане производства не только по их видам и мощностям, но и по видам выполняемых ими работ, например: экскаватор может работать на земляных, карьерных, погружно-разгрузочных, монтажных работах. Среднесписочное число машин, требующееся для выполнения планируемого объема работ соответствующего вида, может определяться по следующей известной формуле [1]:

$$M = \frac{Q_{\text{общ}} \cdot Y_{\text{мех}}}{100 \cdot \Pi_3 \cdot T},$$

где $Q_{\text{общ}}$ — общий объем данного вида работ в физическом выражении, определяется в производственной программе строительно-монтажной организации; $Y_{\text{мех}}$ — планируемый уровень механизации работ; Π_3 — почасовая эксплуатационная производительность машин; T — рабочее время

одной машины за планируемый период в часах (включая и время перемещения машин по территории строительной площадки, перерывы, подготовку к работе и т. д.).

Важной характеристикой строительных машин является способность выполнять все операции технологии строительно-монтажных работ в соответствии с периодичностью выполнения работ. Числитель приведенной формулы выражает объем работ, подлежащий выполнению механизированным способом, а знаменатель — годовую производительность (выработка) машин. После определения общих объемов работ устанавливаются способы их выполнения, исходя из технической возможности и экономической эффективности применения в конкретных условиях работы данного строительного предприятия, состава имеющегося парка машин и реальных возможностей его пополнения. При этом необходимо обеспечить максимальную эффективность использования машин. Для эффективной загрузки машин и их перераспределения между различными объектами удобно сформировать графики потребности машин по объектам и фактической их загрузки во времени (рисунок).

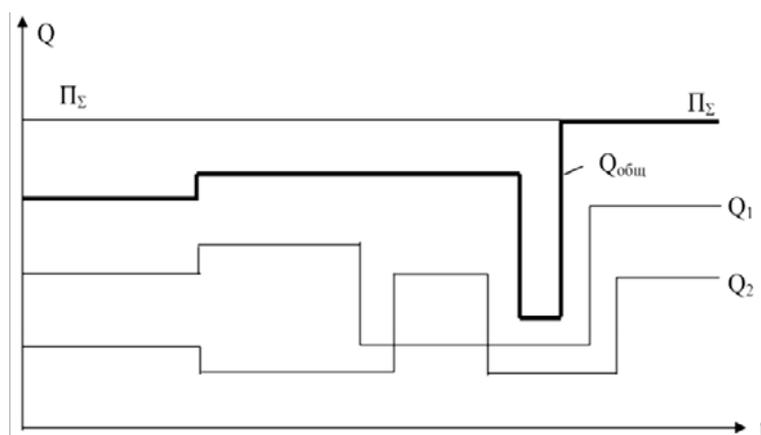


График загрузки во времени:

$Q_{\text{общ}}$ — общий объем данного вида работ, который необходимо выполнить;
 $П_{\Sigma}$ — суммарная эксплуатационная производительность всех имеющихся у предприятия машин; Q_1, Q_2 — объем данного вида работ, который необходимо выполнить соответственно на 1 и 2 объектах

Из рисунка видно, что в случае, когда $П_{\Sigma}$ превышает график $Q_{\text{общ}}$, то у предприятия нет проблем связанных с нехваткой строительных машин. В случае, когда $Q_{\text{общ}} > П_{\Sigma}$, то необходимо так перераспределить объемы выполняемых работ по объектам, чтобы выполнялось условие $П_{\Sigma} \geq Q_{\text{общ}}$.

Для определения потребности в машинах иногда требуется дальнейшая детализация механизированных процессов, позволяющая определять конкретные типы машин, которые следует использовать для выполнения определенного вида работ. Поэтому при расчетах потребности в машинах

проводится группировка процессов работ, требующих применение машин одного и того же вида. Такая дифференциация работ по виду применяемых машин облегчает организацию принятия решений по их передислокации и перераспределения объемов работ во времени согласно графикам потребностей и загрузки строительных машин. Производительность одной машины определяется плановой нормой выработки, выполняемой ею за планируемый период. Плановые годовые нормы выработки строительных машин определяются умножением плановых годовых норм на число часов работы соответствующих машин за год. Плановая среднечасовая норма выработки рассчитывается за предыдущий период с учетом ее увеличения в планируемом периоде в результате осуществления мероприятий по улучшению использования машин, предусмотренных в плане технического развития или повышения конкурентоспособности потенциала предприятия. Она должна быть, как правило, не ниже часовой эксплуатационной производительности соответствующих машин, которая предусматривается Едиными нормами и расценками на строительные работы (ЕНиР) с учетом поправочного коэффициента для перехода от выработки работающих машин к выработке списочных машин [4].

Для машин, выполняющих разнородные операции, при которых не может быть установлена единая единица измерения производительности в физическом выражении, или выполняющих работы, объем которых трудно учесть, нормы выработки устанавливаются в часах работы. К таким машинам можно отнести башенные краны, бульдозеры, погрузки и т. д. Поскольку нормы выработки таких машин устанавливаются в часах работы, требующееся их число не может быть установлено на основе данных об объеме работ в физическом выражении. Потребности в таких машинах определяются по общему календарному графику строительства и ввода в действие объектов, в соответствии с которым определяются сроки доставки, монтажа и вывозки таких машин. Для обеспечения требующегося среднего числа машин необходимо рассчитывать, какое их количество должно быть поставлено на объекты строительного предприятия в течение планируемого периода дополнительно к имеющимся на начало этого периода. Это количество определяется с учетом сроков поставки и необходимости замены машин, выбывающих в планируемом периоде вследствие физического и морального износа по формуле [1]:

$$M_{\text{н}} = (M - M_0) \cdot k_p + A,$$

где M — среднесписочное количество машин, требующееся на планируемый период; M_0 — количество машин, имеющихся в наличии до начала планируемого периода; k_p — коэффициент, учитывающий равномерность поставки машин в течение планируемого периода:

$$k_p = \frac{12 \sum M_{и}}{(\sum M_{д}) \cdot T};$$

A — количество машин подлежащих списанию; $M_{д}$ — количество (партия) машин поставляемых в отдельные сроки; T — продолжительность периода от момента поставки до конца планируемого года.

Важным фактором, влияющим на эффективность использования строительных машин, является оптимальное планирование расходов на их эксплуатацию.

Автоматизация технологических процессов предполагает оснащение машин устройствами, обеспечивающими выполнение строительных работ с помощью машин без оперативного вмешательства человека. В этом случае говорят об автоматизированной машине или автоматизированном комплексе, с применением геодезических приборов, систем слежения и геоинформационных систем. За оператором остаются лишь функции наблюдения за работой машины и переключения управления на себя в экстремальных ситуациях. Автоматизация — это одна из наиболее эффективных форм системы управления, потому что она высвобождает полностью или частично человека от управления машиной. Важным положительным фактором автоматизации является гарантированная возможность более высокого качества строительных работ, в ряде случаев способствующая сокращению времени на их выполнение. Так, если для получения требуемого качества земляной поверхности при ее планировке неавтоматизированным бульдозером требуется совершить пять-шесть проходов по одному следу, то с применением автоматической системы управления такое же качество может быть получено за три-четыре прохода. Автоматические системы управления машинами лишены присущему человеку такого негативного фактора, как физическая усталость, вследствие которой к концу рабочей смены у машиниста притупляется четкость в координации управленческих движений, что ведет к снижению производительности [1].

Отметим еще два направления использования автоматизированных систем и устройств в работе машин и в механизированном строительном производстве в целом. В конструкциях строительных машин широко применяют автоматические устройства, предупреждающие запредельные режимы их работы, включая аварийные ситуации. Такие устройства могут выполнять только сигнальные функции — выдавать световую, звуковую и иную информацию управляющему работой машины оператору (машинисту), предвывая экстремальные ситуации, или блокировать отдельные органы управления, в том числе при автоматическом управлении. Область второго важного направления применения автоматических устройств — автоматизированный учет и контроль за работой строительных машин и строительных процессов в целом с созданием надежной постоянно дейст-

вующей связи между отдельными агрегатами и пунктами управления (конторами строительства, диспетчерскими узлами и т. п.). Эта область включает информацию о производительности труда, числе занятых в технологических процессах рабочих, фактическом времени чистой работы машин, состоянии их основных агрегатов и узлов, простоях машин с указанием причин, выработке машин, расходе энергии, горючих и смазочных материалов [2, 3]. По результатам обработки этой информации предоставляется возможность эффективно и оперативно руководить ходом строительства и работой парка строительных машин.

Библиографический список

1. Буттаева, С. М. Совершенствование технологии управления загрузкой строительных машин и механизмов [Текст] / С. М. Буттаева // Транспортный бизнес в России. Управление. — 2009. — № 12. — С. 100—102.
2. Сивков, Е. Н. Моделирование взаимодействия колесных лесопромышленных тракторов с волоком [Текст] / Е. Н. Сивков, А. М. Кочнев // Строительные и дорожные машины. — 2014. — № 1. — С. 51—56.
3. Сивков, Е. Н. Оценка часового расхода топлива колесного трактора с заблокированным приводом при наличии в его трансмиссии циркулирующей «паразитной» мощности [Текст] / Е. Н. Сивков // Научни известия XXII International scientific — technical Conference trans& MOTAUTO Varna Bulgaria — Scientific — technical union of mechanical engineering. — 2015. — № 23. — С. 91.
4. Сборники норм и расценок на строительные работы (СниР-91) [Электронный ресурс]. — Введ. 1991-01-01. — № 1—34 // СПС «КонсультантПлюс».

УДК 681.5:697

Рассматривается применение комплексной автоматической системы управления и диспетчеризации вентиляции на базе микропроцессорного оборудования в инженерных системах здания. На основании описания принципов разработки локальной автоматической системы управления и диспетчеризации вентиляции делается вывод о том, что в результате их применения достигаются оптимальные характеристики эксплуатации зданий, влияющих на его безопасную эксплуатацию.

Ключевые слова: разработка, система управления, диспетчеризация, здание.

В. А. Соколова,

кандидат технических наук, доцент;

Б. М. Шифрин,

кандидат технических наук, доцент;

И. В. Елисеев,

старший преподаватель;

Л. Г. Черных,

аспирант

(Санкт-Петербургский лесотехнический
университет имени С.М. Кирова)

ПРИНЦИПЫ РАЗРАБОТКИ АВТОМАТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ И ДИСПЕТЧЕРИЗАЦИИ ВЕНТИЛЯЦИИ

В современных зданиях, независимо от их назначения, в большинстве случаев присутствует инженерное оборудование, количество которого увеличивается по мере представления человека о комфорте и безопасности. Однако инженерные системы здания не смогут создать комфорт и безопасность, если они не управляются должным образом. Только комплексная автоматическая система управления на базе микропроцессорного оборудования позволяет достигнуть оптимальных характеристик объекта (температуры, влажности, электропотребления, безопасности и т. д.).

В жилищно-коммунальном хозяйстве прежде всего необходимо обеспечить слаженную работу инженерных систем, снабжающих население газом, водой, теплом. Еще одна серьезная задача — контроль за расходом ресурсов. Огромную помощь в этом деле оказывает автоматизация, потому что она позволяет постоянно поддерживать связь инженерных систем с диспетчерским центром, дает возможность в любую секунду получить отчет о работе удаленных объектов, обнаружить аварийную ситуацию, несанкционированный расход воды, электроэнергии или газа [1].

При этом здание — это сложный технологический комплекс вне зависимости от масштаба. Для поддержания его работоспособности на протяжении многих лет и экономии на обслуживании в последние годы активно

применяется диспетчеризация инженерных систем здания. Единый диспетчерский пульт позволяет охватить все системы здания одним человеком и мгновенно реагировать на неисправность подсистемы, где бы она не располагалась.

Стандартные системы диспетчеризации зданий обычно включают в себя следующие подсистемы:

- теплоснабжение — представляет собой систему управления отоплением;
- водоснабжение — управляет работой насосов и поддерживает необходимое давление;
- вентиляция и кондиционирование — контролируется и управляется на основе сигналов, которые поступают от различных датчиков, определяющих состояние воздуха;
- электроснабжение — составная часть любого современного здания, контролирует параметры электросети, такие как ток, напряжение и др.;
- пожарная сигнализация — круглосуточно ведет непрерывный контроль за пожарной обстановкой и управляет системой пожаротушения;
- охранная сигнализация — управляет системой оповещения, так же, как и пожарная сигнализация работает круглосуточно;
- лифтовое оборудование — предназначено для обслуживания лифтов.

С помощью системы диспетчеризации зданий можно наблюдать за работой вышеуказанных подсистем и осуществлять контроль над процессами, происходящими на удаленных объектах, конфигурировать и просматривать протоколы работы устройств. Диспетчеризация здания позволяет охватывать различные системы информационного характера, которые включают в себя базы данных предприятий или оборудования

Диспетчеризация здания делится на два вида: локальную и удаленную.

Локальные системы диспетчеризации зданий передают данные технологического типа от одной или нескольких систем к оператору на пульт управления. При локальной диспетчеризации пульт управления, как правило, находится на одном объекте или же в одном здании с оборудованием [2].

Удаленные системы диспетчеризации зданий осуществляют передачу параметров от удаленных объектов или зданий на центральную станцию по различным каналам. Удаленная диспетчеризация применяется также для того, чтобы объединить несколько зданий, которые имеют локальную диспетчеризацию.

В рамках данной статьи дано описание принципов разработки локальной автоматической системы управления и диспетчеризации вентиляции помещения.

Основные функции диспетчеризации систем вентиляции [3]:

- поддержание заданных параметров воздуха в помещениях;
- регулирование температуры и влажности воздуха, проникающего в систему воздуховодов приточной вентиляции;
- индикация параметров отдельных узлов подсистемы с возможностью их настройки;
- извещение диспетчера в случае аварий и отказа оборудования;
- автоматический перевод систем в аварийные режимы работы;
- запуск аварийной вентиляции при пожаре для удаления дыма по сигналу пожарной сигнализации;
- перевод систем как приточной, так и вытяжной вентиляции в режим энергосбережения в часы пониженных нагрузок;
- отработка заданных алгоритмов группового включения/выключения вентиляционно-кондиционирующих установок.

Для систем вентиляции пусковая аппаратура, аппаратура защиты электродвигателей, контроллеры устанавливаются в шкафах автоматики [4]. Шкафы располагаются в венткамерах и являются средним уровнем системы автоматизации и диспетчеризации. Нижний уровень — датчики, исполнительные механизмы, частотные преобразователи, электродвигатели — подключается к шкафам автоматики посредством аналоговых, дискретных и силовых каналов.

Все шкафы управления системами вентиляции соединяются линиями RS-связи с центральным диспетчерским пультом (ЦДП). ЦДП является верхним уровнем системы и представляет собой станцию оператора — персональный компьютер с установленным программным обеспечением.

Данная тематика получила свое развитие на кафедре математических методов в управлении СПбГЛТУ. Конкурс КВНШ на лучший дипломный проект по данной теме выиграла студентка СПбГЛТУ — дипломница Скворцова Марина Александровна.

Библиографический список

1. URL: <http://isup.ru/articles/3/4463>.
2. URL: <https://www.electrotest.ru/production/remote-control/scada.html>.
3. Ягьяева, Л. Т. Автоматизированная система управления приточно-вытяжной вентиляции [Текст] / Л. Т. Ягьяева, А. А. Ахметханов // Вестник казанского технологического университета». — 2014. — Т. 17, № 3. — С. 305—307.
4. Бажуков, И. М. Автоматизированные системы управления зданием (АСУЗ) [Текст] / И. М. Бажуков // Автоматизация в промышленности. — 2015. — № 12. — С. 21—23.

Секция «ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ИНЖЕНЕРНОМ ОБРАЗОВАНИИ»

УДК 378.147

Рассмотрены вопросы использования средств 3D-моделирования для организации межпредметной интеграции в среднем профессиональном образовании.

Ключевые слова: 3D-моделирование, межпредметные связи, интеграция.

Е. А. Клочева,
специалист по защите информации
(Сыктывкарский лесопромышленный техникум)

3D-МОДЕЛИРОВАНИЕ КАК СРЕДСТВО МЕЖПРЕДМЕТНОЙ ИНТЕГРАЦИИ В ПРОФЕССИОНАЛЬНОМ ОБРАЗОВАНИИ

Профессиональная подготовка специалистов различных отраслей требует поиска неординарных путей организации учебно-воспитательного процесса. Одним из таких путей является использование интегрированного подхода к обучению.

Интегрированное обучение имеет принципиальное значение как для процесса формирования профессиональной компетентности будущих специалистов, так и для их дальнейшей профессиональной деятельности. Интеграция — процесс и результат создания неразрывно связанного, единого, целостного. Результатом интеграции является появление качественно нового, интегративного свойства, которое не сводится к сумме свойств объединенных элементов, а обеспечивает высокую эффективность функционирования всей целостности объекта изучения.

В условиях среднего профессионального образования особое значение приобретает интеграция дисциплин общеобразовательного и профессионального цикла. В межпредметных связях, которые способствуют интеграции общенаучных и профессиональных знаний подготовки будущих специалистов, содержится оптимальное методическое решение многих дидактических проблем профессиональной подготовки.

Информатика как прикладная наука обладает всем необходимыми качествами и характеристиками для эффективной организации межпредметных связей.

Анализ научных статей, публикаций, конспектов открытых уроков показывает, что в основном межпредметные связи на занятиях по информатике реализуются с общеобразовательными предметами, такими как математика, физика, литература и т. д., но, как правило, дальше использования материалов перечисленных дисциплин для оформления презентаций или построения графиков с помощью электронных таблиц дело не заходит.

Рассмотрим возможности реализации интеграции информатики и дисциплин профессионального цикла с помощью средств 3D-моделирования.

Метод моделирования, изучаемый в курсе информатики, является одним из общенаучных методов исследования и одним из наиболее эффективных средств для формирования метапредметных умений.

Компьютерная модель — это информационная модель, реализованная с помощью программной среды (текстового или графического редактора, редактора презентаций, среды программирования и т. д.).

Потребность в компьютерном моделировании объектов (явлений, процессов) возникает в таких ситуациях, когда провести эксперимент с реальным объектом сложно или невозможно. Это позволяет экономить материальные ресурсы и избегать возможных вредных последствий проведения испытаний. С помощью компьютера можно моделировать объекты или процессы, которые сложны в описании или учебные модели которых отсутствуют и др.

Также компьютерные модели обладают таким важным свойством, как интерактивность, что позволяет создавать управляемые модели и исследовать объект или процесс в динамике.

Одним из вариантов компьютерного моделирования объектов и процессов служит 3D-моделирование. Современные технологии 3D-моделирования являются доступными и, что немаловажно в условиях среднего профессионального образования, достаточно простыми в освоении. Существуют бесплатные графические 3D-редакторы, обладающие дружественным интерфейсом и широким набором изобразительных инструментов. К таким инструментам можно отнести такие программные комплексы, как SketchUp, КОМПАС-3D, Blender.

В таблице представлены примеры использования компьютерного 3D-моделирования как средства межпредметной интеграции на занятиях по информатике.

Примеры использования компьютерного 3D-моделирования на практических занятиях по информатике как средства межпредметной интеграции ¹

Специальность	Дисциплина	Тема	Задание
1	2	3	4
13.01.10 Электромонтер по ремонту и обслуживанию электрооборудования	Сборка, монтаж, регулировка и ремонт узлов и механизмов оборудования, агрегатов, машин, станков и другого электрооборудования	Воздушные линии электропередачи	Моделирование опоры воздушных линий электропередач (рис. 1)

¹ Представленные примеры выполнены в приложении SketchUp.

1	2	3	4
15.01.05 Сварщик (ручной и частично механизированной сварки (наплавки))	Подготовительные и сборочные операции перед сваркой	Выбор сборочно-сварочных кондукторов для плоских, пространственных металлоконструкций и металлоконструкций комбинированной формы	Моделирование металлического навеса (рис. 2)
15.01.09 Машинист лесозаготовительных и трелевочных машин	Общая технология производства	Организация работы мастерского участка	Моделирование мастерского участка (рис. 3)
23.01.17 Мастер по ремонту и обслуживанию автомобилей	Техническое обслуживание и ремонт автотранспорта	Назначение электропусковой системы. Типы устройств, применяемых при пуске холодного двигателя	Изучение устройства стартера (рис. 4)

Таким образом, данные примеры демонстрируют широкие возможности применения компьютерного моделирования в рамках обучения практически любой рабочей технической профессии. Разработка 3D-модели позволяет закрепить уже изученный на спецдисциплинах материал, повторить или исследовать важные свойства изучаемых объектов, изучить динамику рабочих процессов, включить в межпредметные связи вопросы охраны труда и повысить интерес обучающихся не только к дисциплине информатика, но и в целом к процессу обучения.



Рис. 1. Моделирование опоры воздушных линий электропередач в SketchUp

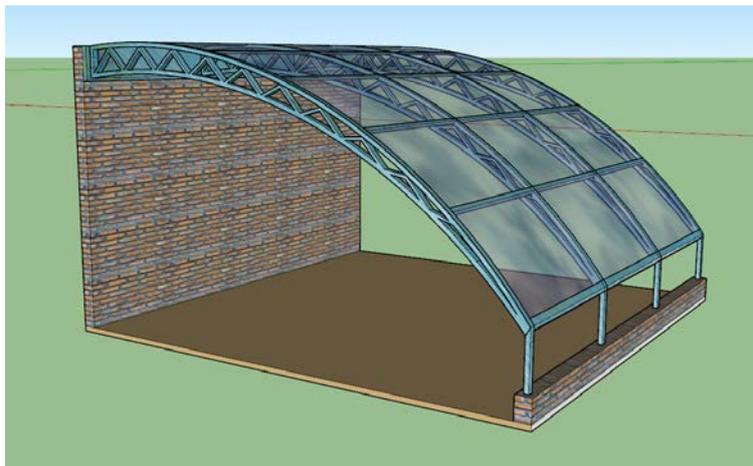


Рис. 2. Моделирование металлического навеса



Рис. 3. Моделирование мастерского участка

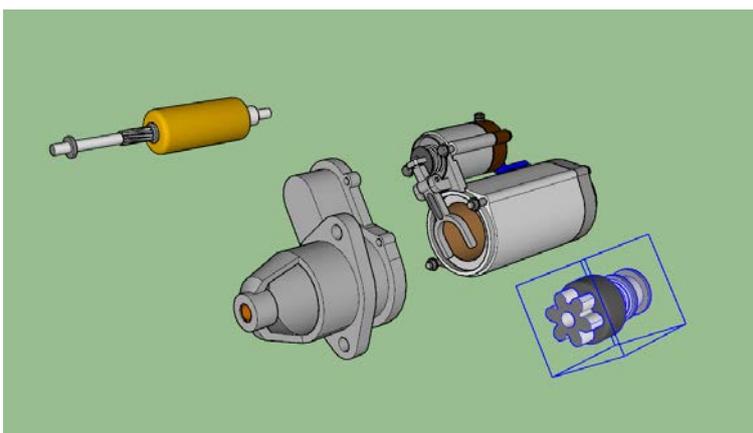


Рис. 4. Изучение устройства стартера

Как показывает опыт работы, использование 3D-моделирования в качестве средства интеграции в среднем профессиональном образовании дает положительные результаты:

- знания студентов приобретают качества системности;

- студенты обнаруживают общность связей в изучаемых дисциплинах;
- интегрированные занятия способствуют более комплексному применению знаний, их синтезу, переносу идей и методов с одной дисциплины в другую, являются основой творческого подхода к учебной деятельности;
- достигается всестороннее развитие личности;
- усиливается наглядность познавательных процессов студентов;
- обеспечивается активизация и интенсификация учебно-профессиональной деятельности.

Целевые ориентации интегрированного обучения направлены на формирование целостных системных знаний о единстве окружающего мира, подготовку студентов к успешной профессиональной деятельности, развитие интеллектуальных способностей, творческого мышления и т. п.

В заключение хотелось бы отметить, что, несмотря на то, что в учебных программах явно не прослеживаются механизмы межпредметной интеграции, в компетенции каждого преподавателя использовать их огромный потенциал.

Библиографический список

1. Квасных, Г. С. Межпредметные связи как принцип интеграции процесса обучения [Текст] / Г. С. Квасных // Вектор науки Тольяттинского государственного университета. Серия: Педагогика, психология. — 2013. — № 1 (12). — С. 105—107.
2. Ашанин, А. О. Технологии формирования социально-профессиональной компетентности специалиста в процессе интеграции обучения и воспитания [Текст] / А. О. Ашанин // Теория и практика общественного развития. — 2013. — № 12. — С. 26—29.

СЕКЦИЯ «ЛАНДШАФТНАЯ АРХИТЕКТУРА, ЗЕМЛЕУСТРОЙСТВО И КАДАСТРЫ»

УДК 574.24 (470.13)

На основании проведенного анализа установлены перспективные группы технических растений. Проведена оценка широко представленных на территории Республики Коми дубильных, волокнистых растений. Обоснована целесообразность их более широкого использования.

Ключевые слова: технические растения леса, дубильные растения, волокнистые растения.

С. Д. Конев,

2 курс, направление подготовки «Лесное дело» (магистры);

Е. В. Юркина,

доктор биологических наук, профессор
(Сыктывкарский лесной институт)

АНАЛИЗ РЕСУРСНОГО ПОТЕНЦИАЛА ТЕХНИЧЕСКИХ РАСТЕНИЙ РЕСПУБЛИКИ КОМИ И НЕКОТОРЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ ИХ ПЕРСПЕКТИВНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ

К техническим растениям относят очень неоднородные виды, дающие промышленное сырье. Среди выделенных групп (каучуконосные, смоляносные, камеденосные, дубильные, волокнистые и др.) в лесах Республики Коми широко представлены дубильные и волокнистые виды растений. Заготовка недревесных лесных ресурсов регламентируется ст. 32, 33 Лесного кодекса Российской Федерации и «Правилами заготовки и сбора недревесных лесных ресурсов» (утв. приказом МПР РФ от 10.04.2007 г. № 84), и включает в себя заготовку: живицы (в РК не производится с 1995 г.); пневого осмола; бересты; коры деревьев и кустарников; ивового прута; новогодних елок; хвойной лапки; мха, камыша, сухого листа, банных веников и др. Однако большинство данных ресурсов в Республике Коми используются ограниченно [1, 2].

Дубильные растения содержат особые вещества — таниды. В Республике Коми интересны и перспективны для заготовок промысловые заросли растений, содержащих дубильные вещества, так как свыше 70 % дубильных веществ для кожевенной, химической, текстильной, авиационной промышленности, а также медицины получают из растительного сырья. Их содержание в коре 12 видов ив северной флоры оказалось достаточным для промышленного извлечения. Максимальное содержание дубильных веществ отмечено у ив корзиночной, трехтычинковой и филиколистной. Крупные заросли в республике образуют ивы филиколистная, шерстистопобеговая и козья. Возможный объем заготовки коры видов ив приблизи-

тельно равен 12801,0 т в год. Волокнистые растения пригодны для использования в текстильной промышленности и народном промысле (плетение). Прутья ивы трехтычинковой используют для изготовления плетеных изделий (посуды, корзин, мебели и т. п.). В коре ели сибирской и сосны обыкновенной содержится от 8 до 12 % дубильных веществ. Их количество зависит от возраста дерева и места его произрастания. Возможный объем использования коры ели в Республике Коми составляет 244838,0 т. Помимо указанных видов растений, до 18 % дубильных веществ содержит кора ольхи серой.

Специально-технологические растения отличаются рядом полезных свойств, позволяющих использовать их для оптимизации некоторых технологических процессов, предохранения пищевых продуктов от порчи в процессе хранения и в других целях. Свыше 40 видов природной флоры Республики Коми являются источниками для получения пищевых или технических красителей. Так, натуральные соки из голубики, черники, смородины и клюквы являются природными красителями для напитков и кондитерских изделий. Из шиповника и рябины, которые богаты каротиноидами, получают желтые красители. Брусника может быть применена в молочной промышленности для предохранения сливочного масла от окисления, плаун — в сталелитейной промышленности.

По экспертным оценкам при благоприятных условиях использование недревесных ресурсов леса даст возможность получить ежегодную прибыль на развитие лесного сектора экономики. Использование недревесных видов растений, в том числе и технических, регламентируют с помощью квот. Определяют биологические запасы (урожай). Устанавливают промысловые значения (урожай минус масса, поедаемая животными). Они и являются нормой (квотой) изъятия природного ресурса. Однако на данный момент для указанных направлений в республике не разработаны научно обоснованные нормы и не определены квоты и способы изъятия. Это ставит под угрозу устойчивость использования запасов и в случае их активного применения может подорвать существующую ресурсную базу.

Библиографический список

1. Инновационные основы системного развития регионального лесного сектора экономики: методология, технологии, механизмы [Текст] / Н. М. Большаков [и др.] ; науч. рук. д-р экон. наук, проф., акад РАЕН Н. М. Большаков. — Санкт-Петербург : СПбГЛТУ, 2015. — 312 с.
2. Юркина, Е. В. Ресурсный потенциал недревесной продукции леса [Текст] : учеб. пособие / Е. В. Юркина ; Сыкт. лесн. ин-т. — Сыктывкар : СЛИ, 2017. — 240 с.

УДК 582*284

Охарактеризован ресурсный потенциал некоторых видов грибов таежных лесов Республики Коми. Приведены характеристики, промысловые показатели березового гриба. Описаны его особенности и перспективы использования.

Ключевые слова: ресурсы, чага, заготовка, использование.

Д. С. Феднев,
2 курс, направление подготовки «Лесное дело» (магистры);
Е. В. Юркина,
доктор биологических наук, профессор
(Сыктывкарский лесной институт)

ОЦЕНКА РЕСУРСНОГО ПОТЕНЦИАЛА БЕРЕЗОВОГО ГРИБА (*Inonotus obliquus*) НА ТЕРРИТОРИИ РЕСПУБЛИКИ КОМИ И ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ БЕРЕЗНЯКОВ ДЛЯ ЕГО ЗАГОТОВКИ

Грибы широко распространены в природе. Среди огромного их количества имеются те, которые находят применение в качестве лекарственных средств. Только антибиотиков в мире ежегодно производится на 20 млрд долл. Плодовые тела лакированного трутовика (*Ganoderma lucidum*), а также других видов р. *Ganoderma* хорошо известны в качестве лекарственных средств в странах юго-восточной Азии. Они эффективно воздействуют на разные формы онкологических новообразований. В настоящее время для получения новых лекарств используют шампиньоны. Реальное значение в клинической практике в настоящее время имеют около 100 видов. Грибы широко используются в растениеводстве, животноводстве, ветеринарии, пищевой промышленности [1, 2]. Некоторые из них патогенны для животных, человека.

Разнообразие микобиоты Республики Коми (РК) высокое (таблица).

Разнообразие микобиоты Республики Коми

Таксономическая группа	Число видов	Число родов	Число семейств
Настоящие грибы	1190	274	90
Лишайники и систематически близкие к ним грибы	1342	346	81

В 2016 г. впервые в Республике Коми зарегистрировано 27 видов грибов [1]. Возможный объем заготовки грибов в РК составляет 78001,0 т, фактический — 8767 т. Среди произрастающих здесь видов — гриб трутовик скошенный (*Inonotus obliquus*) из семейства гименохетовые. В народе

его называют березовым грибом или чагой. Его наросты на березах являются стерильной (бесплодной) стадией трутовика. Это широко распространенный на территории республики представитель. Поражает преимущественно старую или приспевающую березу. На молодых деревьях, лучше сопротивляющихся внешним вредным воздействием, чага встречается редко. Может располагаться на немалой высоте. Очень редко развивается на ольхе, рябине и вязе. Причиной образования чаги является инфицирование дерева через механические повреждения. Споры рассеиваются по воздуху и прорастают в тех случаях, когда они попадают на пораженные участки коры деревьев. Образующийся нарост постепенно разрастается, увеличиваясь в размерах. Иногда масса его достигает 3—5 кг и более. При благоприятных для развития условиях рост чаги может продолжаться более 15 лет. Большой частью наросты имеют округлую или вытянутую вдоль трещин форму.

Березовый гриб встречается по всей лесной зоне России по влажным лесам с доминированием берез. Он является важным промысловым видом.

По состоянию на 01.01.2016 площадь березовых насаждений РК составляет 5,6 млн га, что составляет 20 % территории. В последние 30—40 лет произошло увеличение присутствия березняков в Троицко-Печорском, Ижемском, Вуктыльском и других районах РК. Это связано с вырубкой коренных лесов. Часть старовозрастных березовых лесов появилось вследствие пожаров. Фактически лесов с примесью березы еще больше, поскольку при лесоустройстве лиственные насаждения, в составе которых присутствует приблизительно 40 % хвойных, относят к хвойным.

Выход чаги для использования в качестве лекарственного сырья определяется при проведении таксационных работ. Устанавливается количество грибов на 1 га площади березняков и параметры по величине гриба: ширина, длина и высота. В среднем в республике запас плодовых тел чаги составляет 50 г/га березовых лесов. Общий запас в них чаги исчисляется в 16,7 т воздушно-сухого сырья. Ежегодный возможный объем заготовок — 5010 кг. В настоящее время, несмотря на существенные запасы, целенаправленная заготовка данного сырья в республике не осуществляется [2].

Активное развитие и рост трутовика происходит летом. Сбор проводят во все времена года с живых растений, хотя лучшим временем для этого считают весну и осень. Обработка собранного сырья включает разделку гриба на куски, сушку. Куски должны быть не больше 3—6 см и сушить их необходимо до тех пор, пока они не станут твердыми и крошащимися. Заготовленное сырье укладывают в стеклянные банки с плотно закрывающимися крышками. Можно упаковать в герметичные бумажные или плотняные мешочки. Правильно собранный, подготовленный и хранящийся гриб сохраняет все свои лечебные свойства в течение двух лет.

Химический состав сырья включает водорастворимый комплекс полифенольных соединений, флавоноиды, полисахариды, стерины, смолы. Чага — гриб адаптоген, который помогает вернуть организму равновесие, оказывает благотворное действие на нервную систему, иммунитет, состояние желудочно-кишечного тракта, сердечно-сосудистой и эндокринной систем. Чагу применяют в основном как симптоматическое средство при язвенной болезни, гастритах, злокачественных опухолях, особенно в случаях, когда не показана лучевая терапия и хирургическое вмешательство. Отвары и настои чаги благоприятно действуют на больных: у них улучшается самочувствие, уменьшаются боли. Препарат, приготовленный на основе берёзового гриба, — «Бефунгин» применяют при гастритах, заболеваниях кишечника. С профилактической целью в малых дозах чагу можно добавлять во все витаминные чаи.

Библиографический список

1. Государственный доклад «О состоянии окружающей среды Республики Коми в 2016 году» [Текст] / Министерство промышленности, природных ресурсов, энергетики и транспорта Республики Коми, ГБУ РК «ТФИ РК». — Сыктывкар, 2017.— 179 с.
2. Юркина, Е. В. Ресурсный потенциал недревесной продукции леса [Текст] : учеб. пособие / Е. В. Юркина ; Сыкт. лесн. ин-т. — Сыктывкар : СЛИ, 2017. — 240 с.

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

УДК 630

На основе анализа научно-исследовательских публикаций и опыта практических работ в области интенсивного лесного хозяйства предлагается практический подход к выбору лесных участков для ведения интенсивного лесного хозяйства в освоенном лесном фонде.

Ключевые слова: интенсивное лесное хозяйство, скандинавская модель, Псковский модельный лес, анализ и инвентаризация вырубок, рубки ухода.

А. С. Большаков,
кандидат технических наук, доцент
(Сыктывкарский лесной институт)

К МЕТОДИКЕ ВЫБОРА ЛЕСНЫХ УЧАСТКОВ ДЛЯ ВЕДЕНИЯ ИНТЕНСИВНОГО ЛЕСНОГО ХОЗЯЙСТВА

Наличие и состояние лесов и их возможность создавать благоприятную окружающую среду для человека, удовлетворять его потребности на многих этапах его жизнедеятельности определяло развитие цивилизации. В последние годы кризис жизни связывают с ухудшающимся состоянием природы и лесов от потребительской деятельности человека.

Выход из сложившейся негативной экологической ситуации видится в устойчивом развитии и в том числе в устойчивом управлении лесами. Одним из наиболее вероятным, апробированным во многих странах Европы и США, является интенсивное лесное хозяйство.

TermWiki (Всемирная социальная обучающая сеть) признает следующее определение: «Интенсивное лесное хозяйство — использование широкого набора лесоводственных методов, таких как посадка леса, уход за ним, система рубок, в том числе рубок ухода, удобрение, использование методов лесной генетики и селекции с целью увеличения способности леса производить древесину (древесное волокно)» [1].

В настоящее время интенсивное лесное хозяйство доказало свою состоятельность в Швеции и Финляндии, получило распространение во многих странах мира. Шведско-финская («скандинавская») модель интенсивного лесного хозяйства основана на создании целенаправленной системы проведения рубок ухода: за лесом ухаживают так, как за огородом, обеспечивая выход определенных лесоматериалов.

Процесс интенсивного лесопользования не является для России новым, так как классики лесоводства, создавая новый лес (Линдуловскую рощу, Бузулукский бор и многие другие), упор делали на семеноводство и уделяли особое внимание уходу за лесом, сопровождая его развитие, помогая преодолеть естественные трудности до спелого состояния.

Российская Федерация в новейшую историю декларирует и устойчивое лесное хозяйство с 1996 г., и интенсивное лесное хозяйство с 2013 г. (Лесная политика РФ), но никаких практических шагов в этих направлениях не предпринимается.

С помощью международных экологических фондов проведены определенные работы в Псковском модельном лесе, ряде других мелких лесных площадках. Опыт изучался (в первую очередь за рубежом) специалистами лесного хозяйства, начиная с уровня лесничества, лесными чиновниками министерств и ведомств, бизнесменами и руководителями лесных коммерческих организаций, учеными и преподавателями научных и учебных заведений. Проведена масса совещаний, научных конференций, опубликованы целые сборники научных трудов по этой теме. Вывод пока один: там где-то можно, но у нас нельзя, нам (бизнесу) пока и так хорошо и российское правительство всегда делало и будет делать уступки нам, а не природе.

Одновременно бизнесмены подменяют понятие «интенсивное лесное хозяйство» интенсивным лесопользованием, что на практике они и осуществляют: заготавливают древесину меньше с гектара, но на больших площадях, с большим количеством отходов и с уничтожением всего живого на огромных пространствах современными лесными «комбайнами», не заботясь о будущих лесах. Есть и так называемые «ответственные лесопользователи», которые, беря в аренду дешевый русский лес, в силу огромных доходов от лесного бизнеса показывают свою «приверженность» экологии леса путем минимального уровня и не всегда качественного искусственного лесовосстановления и рубок ухода для отчетности, тогда как другие «лесовредители» и этого минимума не проводят.

Интенсивное лесопользование является лишь одним из элементов интенсивного лесного хозяйства. При отсутствии других элементов интенсивного лесного хозяйства (эффективного лесовосстановления, ухода и минимизации потерь) интенсивное лесопользование может обеспечиваться только за счет разорения и истощения лесов [1].

Большинство бизнесменов и обслуживающих их ученых утверждают, что интенсивное лесное хозяйство возможно только на лучших лесных почвах, желательны 1 и 2 классов бонитета, но так как таких площадей мало, то и проводится оно будет для «галочки». В исследования Е. Лопатина [2] внедрение методов интенсивного устойчивого лесного хозяйства на территории Республики Коми вероятно в объеме 8695 кв. км (4 %), Северо-Западного округа — 120382 кв. км и в целом в России — 537016 кв. км (всего 7,84 % от покрытой лесом площади).

Однако опыт Финляндии и Швеции (как и США) показал, что когда у них лес «закончился», т. е. он был фрагментирован и покрыт вырубками, то они в первую очередь начали с вырубки «слабых» (редкостойных, непродуктивных насаждений) на неперспективных лесных участках, которые

подготовили и засадили лесными культурами. В дальнейшем на них же осуществляли уход за растущим лесом с использованием всех лесоводственных и агротехнических методов. Более того, в Финляндии для увеличения площадей покрытых лесом и повышения урожайности древостоев было осушено около 6 млн га заболоченных территорий, где в настоящее время растут древостои с хорошей продуктивностью.

За прошлые годы (взять хотя бы столетний период) на Европейском Севере были вырублены высокопродуктивные сосняки, а начиная с 70-х годов прошлого столетия также интенсивно стали осваиваться и лучшие еловые древостои. Анализ деятельности советских леспромхозов того периода показывает, что вырубались в основном высокопродуктивные хвойные древостои, имевшие запас не менее 200 куб. м/га. Например, весь лесной фонд Республики Коми в 60-х годах был разбит на 50 лесных баз — леспромхозов с годовым объемом заготовки по 500 тыс. куб м и в середине 80-х объем заготовки достигал 25 млн куб. м в год. В Удорском районе с 1971 г. заготовки вели болгарские лесозаготовители с годовым объемом 5 млн куб. м, которые строили, в отличие от других, лесные дороги с твердым покрытием. Подобное деление лесного фонда и организация лесозаготовок была и в Архангельской области и др.

Можно сделать вывод, что площадь, пройденная вырубками в этих предприятиях до 1991 г., огромна, она подлежит анализу и инвентаризации на предмет ведения на ней интенсивного лесного хозяйства. Так как вырубались лучшие леса, то и вероятность их повторения и даже повышения продуктивности насаждений значительна, нужны только соответствующие мероприятия по лесовозрождению.

Нельзя оставить без внимания вырубки последних 27 лет (период Российской Федерации), так как теоретически они в большей степени нуждаются в организации интенсивного лесопользования. Во-первых, наиболее молодые, в основном до 5 лет, требуют нормального лесовосстановления коренными породами. Более старшие древостои в большинстве случаев требуют проведения нормальных (не для отчетности) рубок ухода в молодняках (предкоммерческих рубках).

По всей видимости, инвентаризация рубок леса даже за последние 80 лет покажет огромные площади для распространения интенсивного лесного хозяйства, однако реализация лесоводственных мер потребует больших вложений. Это дело государственной важности, будущее стратегического древесного сырья России и решение многих экологических проблем.

Например, для Республики Коми предлагаем в первую очередь охватить интенсивным лесным хозяйством лесной фонд в радиусе 100 км от г. Сыктывкара, где более развита сеть лесных дорог и лесная переработка, имеется перспектива развития использования древесных отходов на биотопливо. Эта работа по преобразованию лесных насаждений в более про-

дуктивные насаждения потребует не одного десятка лет, и первые результаты будут от заготовки древесины при рубках ухода вторичных лесов, которые не всегда дадут экономической выгоды, но обеспечат сырьем сегодняшние потребности лесоперерабатывающих предприятий республики. Все лесоводственные мероприятия будут направлены на создание высокопроизводительных древостоев будущего, что не является, однако, привлекательным для современного российского бизнеса. Выход на высокие лесные доходы от лесопользования возможен уже через 5—10 лет.

Выводы:

1. Собственник лесов России должен не декларативно, а в реальной действительности разработать действенную систему мер по ведению лесного хозяйства на уровне лучших мировых образцов и изыскать средства в требуемом объеме для восстановления разрушенных, в том числе и вырубаемых лесов. *(«Снижение объемов и качество воспроизводства лесов создают реальную угрозу для будущего. За последние два десятилетия площадь лесовосстановления в стране сократилась почти в 2 раза, а путем создания лесных культур — в 2,5 раза. За последние пять лет площадь лесных культур практически не изменилась...» [3]).*

2. Основная проблема внедрения интенсивного лесного хозяйства заключается в том, что необходимо в реальном и правдивом исчислении начать и проводить постоянно первый этап возрождения лесных насаждений, при котором рубки ухода в молодняках прибыли не дадут, а заготовка древесины возможна на втором этапе — от преобразования средневозрастных насаждений в более продуктивные за счет худшей, в большей степени мелкотоварной, низкосортной, чаще лиственной древесины и не всегда в достаточных объемах для окупаемости коммерческих рубок ухода. И только на третьем этапе — заготовки древесины финальными рубками — изыскивать средства для дохода и покрытия предыдущих расходов на ведение лесовосстановления и управления лесным хозяйством.

3. Интенсивное лесное хозяйство необходимо начать повсеместно во всех лесничествах уже сегодня (коль вчера мы уже опоздали) и очевидно следует начать и проводить в лесах, пройденными рубками в последние 30—70 лет и ближе к центрам деревопереработки, в которых необходимо создавать условия для возрождения и создания производительных древостоев прореживанием. На вырубках последних 27 лет необходимо провести эффективное и правильное лесовосстановление и рубки ухода в молодняках.

Библиографический список

1. Интенсивное устойчивое лесное хозяйство: барьеры и перспективы развития [Текст] : сб. статей / под общ. ред. Н. Шматкова ; Всемирный фонд дикой природы (WWF). — Москва : WWF России, 2013. — 214 с.

2. Лопатин, Е. Ранжирование участков лесов России по возможности внедрения методов интенсивного устойчивого лесного хозяйства [Текст] / Е. Лопатин // Устойчивое лесопользование. — 2017. — № 4 (52). — С. 2—7.

3. Прогноз лесного сектора Российской Федерации до 2030 года. Продовольственная и сельскохозяйственная организация Объединенных Наций [Текст]. — Рим, 2012. — 159 с.

УДК 630*237.2.582.475

Рассмотрены вопросы вовлечения в рекреационное лесопользование объектов лесосоосушения в Республике Коми. В качестве объектов исследования взяты насаждения, расположенные на осушаемых лесных землях в зеленой зоне г. Ухты. Приведены результаты ландшафтной таксации на объектах гидромелиорации. Даны предложения по эффективному использованию таких территорий с целью развития чистого вида лесопользования, к которому может быть отнесено рекреационное лесопользование.

Ключевые слова: Республика Коми, гидролесомелиорация, зеленые зоны, рекреационное лесопользование.

Л. М. Пахучая,
старший преподаватель
(Сыктывкарский лесной институт)

РЕКРЕАЦИОННЫЙ ПОТЕНЦИАЛ ОСУШАЕМЫХ ЛЕСНЫХ ЗЕМЕЛЬ В ЗЕЛЕННОЙ ЗОНЕ г. УХТЫ

Зеленые зоны городов и поселков — это территория за пределами городской черты, занятая природными лесами, лесопарками и зелеными насаждениями. Леса зеленых зон выполняют в основном санитарно-гигиенические, оздоровительные, рекреационные функции, обеспечивают защиту населения от загазованности и загрязнения воздуха, шума, загрязнения водных источников, создают условия для полноценного отдыха, восстановления сил. Специфика ведения лесного хозяйства в зеленых зонах Республики Коми связана с северным положением территории.

Наиболее крупным из северных городов республики является г. Ухта. Для зеленой зоны г. Ухты характерно выполнение здесь достаточно больших объемов лесосоосушения [1, 2]. Ландшафтная характеристика лесов зеленой зоны г. Ухты выполнялась в процессе лесоустройства в 1996 г. Исследования проводились в 2001—2003 гг. на объектах осушительной гидромелиорации в кварталах 27, 28 Городского участкового лесничества и кварталах 53, 54 Ухтинского участкового лесничества Ухтинского лесничества. Ландшафтная оценка включала лесомелиоративную, гидромелиоративную, рекреационную и санитарно-гигиеническую оценку, оценку устойчивости, аттрактивности и установление стадии рекреационной дигрессии. Характеристика объектов исследования приводилась ранее [3, 4].

В целом по данным лесоустройства насаждения лесопарковой хозчасти характеризуются средней эстетической и рекреационной ценностью и сравнительно высокой устойчивостью. Наиболее высокой эстетической и рекреационной ценностью и устойчивостью характеризуются чистые сосновые и смешанные сосново-еловые и сосново-березовые насаждения. Все типы

ландшафтов, сформированные с участием сосны, являются наиболее живописными. В перспективе хозяйство в лесопарковых лесах следует вести таким образом, чтобы обеспечить замену малоценных в эстетическом отношении насаждений сосновыми или смешанными сосново-еловыми или сосново-березовыми насаждениями. Поэтому очевидна роль гидромелиоративных мероприятий для повышения устойчивости, проходимости и эстетической ценности лесов зеленой зоны г. Ухты. В сочетании с ландшафтными рубками гидротехнические мелиорации могут способствовать реформированию низкополнотных средневозрастных и приспевающих насаждений с короткими и узкими кронами деревьев в закрытые типы ландшафта, а древостоев с широкими и длинными кронами — к формированию в полуоткрытые типы ландшафта. Лесоустройством предложено проведение в лесопарковой хозчасти рубки с целью улучшения породного состава, декоративных качеств древостоев и пространственного размещения деревьев. Положительно оценивая в целом предложения лесоустройства по размещению этих рубок в зеленой зоне г. Ухты, можно рекомендовать проведение ландшафтных рубок вблизи трассы Сыктывкар-Ухта на объектах с выполненными ранее гидромелиоративными работами.

Для оценки рекреационного воздействия, характеристики общего состояния растительности, последующего зонирования территории, установления режима отдыха и дифференцированного проектирования мероприятий по благоустройству, при таксации рекреационных лесов на каждом участке глазомерно определялся коэффициент рекреационной нагрузки ($K_{р.н}$), представляющий собой отношение вытоптанной поверхности почвы к общей площади участка. Для каждого квартала рассчитан средний коэффициент рекреационной нагрузки. В результате установлено, что к участкам с очень слабой нагрузкой ($K_{р.н}$ до 0,05, изменений не наблюдается) может быть отнесена зона отдыха со свободным режимом без регулирования движения (кварталы 116, 117, 118, 119 Городского участкового лесничества). Общая площадь таких участков 357 га. К территории со слабой нагрузкой ($K_{р.н} = 0,05—0,1$, слабое изменение) может быть отнесена зона регулируемого отдыха с незначительным ограничением движения по лесу дорожно-тропиночной сетью в кварталах 99, 115 Городского участкового лесничества. Общая площадь таких участков 219 га.

По степени посещаемости населением территория лесопарковой хозчасти Ухтинского лесничества отнесена к функциональной зоне умеренного (прогулочного, кратковременного) посещения. Здесь запроектирована прокладка прогулочного маршрута (протяженность 5,4 км), связывающего живописные ландшафты и другие объекты эстетического и познавательного характера. Вблизи дорожек и тропинок необходимо устанавливать беседки, навесы, скамейки и др. Хозяйственная деятельность в рекреационных лесах должна быть направлена на создание условий для отдыха насе-

ления, на сохранение и улучшение лесных ландшафтов, отвечающих эстетическим и санитарно-гигиеническим требованиям, на установление рационального (оптимального) сочетания типов ландшафтов. Гидротехнические мелиорации лесных земель наряду с ландшафтными рубками, уборкой захламленности, декоративными посадками, улучшением сенокосных угодий, расчисткой просек, строительством и ремонтом лесохозяйственных дорог, а также мероприятиями по охране лесов от пожаров и защите их от вредных насекомых и болезней являются важной составляющей в комплексе лесохозяйственных мероприятий, направленных на повышение рекреационного потенциала лесов зеленой зоны северных городов. При этом лесоводственная эффективность осушения не является здесь главной задачей, хотя с достижением высокой лесоводственной эффективности осушения вполне согласуются задачи улучшения проходимости, повышения санитарно-гигиенической ценности лесов и их устойчивости к рекреационным нагрузкам.

Данные о влиянии рекреации на состояние и рост насаждений на объектах гидромелиорации ограничены. По исследованиям в Архангельской области, на объектах лесосушения характерно наличие троп, проложенных по кавальерам или рядом с ними. На таких участках густота жизнеспособного подроста, его прирост и возраст меньше, чем на межканальном пространстве. В осушенных сосняках сфагновой группы типов леса в зоне влияния рекреации увеличивается количество поврежденных и срубленных деревьев [5].

Специальных исследований по изучению влияния осушения на состояние лесопарковой и парковой растительности также выполнено недостаточно. Имеются единичные работы, выполненные в условиях осушенных полугидроморфных подзолистых суглинистых почв в окрестностях Санкт-Петербурга [6].

При оценке рекреационного потенциала большое значение имеет исследование санитарного состояния осушенных насаждений, так как это позволяет с большей полнотой оценить комплексную эффективность гидромелиорации. По исследованиям состояния спелых и перестойных хвойных насаждений осушенных болот Волго-Вятского района установлено, что на верховых торфяных залежах после осушения таких насаждений отпад деревьев определяется в основном их угнетенностью [7]. На переходных и низинных торфяниках процессы отпада связаны в значительной степени с развитием еловой губки, окаймленного трутовика и корневой губки. По данным А. В. Кусакина [8], наиболее распространенные на объектах осушения болезни — сосновая губка, рак-серянка, опенок.

В результате исследований на объектах осушительной гидромелиорации в кварталах 27, 28 Городского участкового лесничества и кварталах 53, 54 Ухтинского участкового лесничества Ухтинского лесничества установ-

лено, что во всех типах леса индекс лесомелиоративной оценки соответствует 2 (по 3-балльной шкале), индекс гидромелиоративной оценки изменяется от 2 в приканальной полосе до 3 на межканальных участках (по 3-балльной шкале).

Рекреационная оценка соответствует 1—3 баллам (по 3-балльной шкале). Более высокая оценка относится к насаждениям вблизи каналов, березнякам и молоднякам сосны, полностью сформировавшиеся после осушения.

Балл санитарно-гигиенической оценки по 5-балльной шкале изменяется от 1 до 5. В порядке уменьшения санитарно-гигиенической оценки насаждения располагаются в следующем порядке: березняки, молодняки сосны, полностью сформировавшиеся после осушения, сосновые насаждения среднего возраста, спелые и перестойные ельники, спелые и перестойные сосняки.

Класс устойчивости насаждений изменяется от 1 до 3 (по 4-балльной шкале). При этом наиболее низкой устойчивостью отличаются сосновые насаждения среднего возраста, а наиболее устойчивы березняки и молодняки сосны, полностью сформировавшиеся после осушения.

Класс аттрактивности изменяется в пределах 1—2 по 3-балльной шкале. Большой аттрактивностью характеризуются березняки.

Все насаждения, за исключением отдельных участков березняков, находятся на первой стадии рекреационной дигрессии. Это, по-видимому, объясняется тем, что насаждения находятся в лесохозяйственной хозчасти зеленой зоны с относительно низкими рекреационными нагрузками.

Для березняков характерны повреждения деревьев, связанные с рубкой деревьев на веники и для сбора почек, а также послепожарные повреждения на участках с вейниковым покровом. Березы подсачиваются для получения березового сока, с части стволов березы снимается кора для плетения коробов и изготовления различных поделок. Такие повреждения резко снижают внешнюю привлекательность насаждений и свидетельствуют о низкой культуре населения при осуществлении экологически чистого вида лесопользования — рекреации. В связи с этим следует отметить, что березняки характеризуются наиболее высоким видовым разнообразием подлеска и живого напочвенного покрова. Здесь отмечено 5 видов кустарников, 39 видов сосудистых растений, формирующих травяно-кустарничковый ярус, 12 видов мохообразных и лишайников. В их числе виды, включенные в Красную книгу Республики Коми [9]: щитовник мужской, василистник водосборолистный, селезеночник четырехтычинковый и др. В соответствии с рекомендациями Международного союза охраны природы, данные виды являются редкими видами, представленными небольшими по численности популяциями с узкой экологической амплитудой — (статус 3(R)) или видами, требующими дополнительного изучения ввиду неопределенности статуса — 4(I).

Оценку рекреационных свойств лесных культур выполнили на основе коэффициента качества их состояния. Последний рассчитывался по комплексу критериев, таких как естественность распределения, контрастность групп и деревьев, наличие положительных микроклиматических свойств, проходимость, соответствие желательному типу ландшафта. В результате установлено, что для культур сосны с участием кедра на объектах исследования наиболее высокие оценки рекреационных свойств характерны для участков вблизи осушительных каналов. Здесь коэффициенты качества состояния лесных культур составляют 81—90 %. В то же время с удалением от каналов этот коэффициент снижается до 55—66 %, т. е. положительное влияние каналов проявляется не только в увеличении прироста по диаметру, высоте, объему, запасу, но и повышении рекреационных свойств искусственно созданных насаждений.

Таким образом, в результате исследований получены количественные лесомелиоративные, рекреационные и гидромелиоративные оценки, оценки аттрактивности, тогда как по результатам инвентаризации такие данные ранее не приводились. Выполнена оценка рекреационных свойств лесных культур, отсутствующая в материалах лесоустройства.

Установлено, что в целом насаждения лесопарковой хозчасти характеризуются средней эстетической и рекреационной ценностью. Наиболее высокой рекреационной ценностью и устойчивостью характеризуются березняки, формирующие опушечную часть лесного массива и сосняки, полностью сформировавшиеся после осушения. Поэтому вывод лесоустройства о том, что более устойчивы и ценны с точки зрения рекреации чистые сосновые и смешанные сосново-еловые и сосново-березовые насаждения, видимо, следует считать предварительным. С учетом этого хозяйство в лесопарковых лесах г. Ухты целесообразно вести таким образом, чтобы было обеспечено формирование ценных в эстетическом отношении насаждений. По породному составу они не обязательно должны быть сосновыми или смешанными сосново-еловыми или сосново-березовыми, как рекомендует лесоустройством. Такое состояние может быть достигнуто проведением лесохозяйственных мероприятий, работ по благоустройству территории, повышению эстетической и рекреационной ценности участков, формированию наиболее декоративных ландшафтов. Основной задачей хозяйства в лесопарковой хозчасти зеленой зоны г. Ухты, таким образом, должно быть создание и сохранение здоровых, устойчивых и красивых насаждений повышенной аттрактивности в соответствии с принципами ландшафтной архитектуры. Благоустройство лесов зеленой зоны повысит аттрактивность насаждений и устойчивость их к рекреационным нагрузкам.

В результате ландшафтной оценки установлено, что во всех типах леса индекс лесомелиоративной оценки соответствует 2, индекс гидромелиоративной оценки изменяется от 2 в приканальной полосе до 3 на межка-

нальных участках. Рекреационная оценка соответствует 1—3 баллам. Балл санитарно-гигиенической оценки изменяется от 1 до 5. Класс устойчивости насаждений изменяется от 1 до 3. Класс атрактивности изменяется в пределах 1—2. Все насаждения, за исключением отдельных участков березняков, находятся на первой стадии рекреационной дигрессии.

Для культур сосны с участием кедра наиболее высокие оценки рекреационных свойств характерны для участков вблизи осушительных каналов. Здесь коэффициенты качества состояния лесных культур составляют 81—90 %. С удалением от каналов этот коэффициент снижается до 55—66 %.

Насаждения лесопарковой хозчасти характеризуются средней эстетической и рекреационной ценностью. Наиболее высокой рекреационной ценностью и устойчивостью характеризуются березняки, формирующие опушечную часть лесных массивов и сосняки, полностью сформировавшиеся после осушения.

Библиографический список

1. Пахучий, В. В. Гидролесомелиоративное районирование Коми АССР [Текст] / В. В. Пахучий // География и природные ресурсы. — 1990. — № 4. — С. 147—149.
2. Пахучий, В. В. Гидролесомелиоративное районирование Севера Европейской части России [Текст] / В. В. Пахучий // География и природные ресурсы. — 1996. — № 2. — С. 85—90.
4. Пахучая, Л. М. Состав, структура и санитарное состояние насаждений кедрового заказника «Сусьель Локчимский» [Текст] / Л. М. Пахучая // Научно-технический прогресс в лесном комплексе : тез. докл. межд. н.-т. конфер. — Сыктывкар : СЛИ, 2000. — С. 167—169.
5. Пахучая, Л. М. Изменчивость лесных фитоценозов кедрового заказника «Сусьель Локчимский» (Республика Коми) [Текст] / Л. М. Пахучая // Интеграция фундаментальной науки и высшего образования по проблемам ускоренного воспроизводства, использования и модификации древесины : матер. междунар. науч.-практ. конфер. — Т. I. — Воронеж, 2000. — С. 279—281.
6. Прыгов, Е. В. Состояние и рост насаждений сосны в рекреационных лесах северной тайги [Текст] : автореф. дис. ... канд. с.-х. наук / Е. В. Прыгов. — Архангельск, 2001. — 20 с.
7. Субота, М. В. Исследование влияния почвенно-гидрологических факторов на состояние парковой растительности в условиях осушенных полугидроморфных подзолистых суглинистых почв [Текст] : автореф. дис. ... канд. с.-х. наук / М. В. Субота. — Гомель, 1998. — 24 с.
8. Шведова, Т. Е. Исследование состояния спелых и перестойных хвойных насаждений осушенных болот Волго-Вятского района [Текст] : автореф. дис. ... канд. с.-х. наук / Т. Е. Шведова. — Санкт-Петербург, 1997. — 18 с.
9. Кусакин, А. В. Гидролесомелиорация, охрана и рациональное использование болот в Республике Марий Эл [Текст] : автореф. дис. ... канд. с.-х. наук / А. В. Кусакин. — Москва, 1999. — 20 с.
10. Красная книга Республики Коми [Текст] / под ред. А. И. Таскаева. — Москва : ДИК ; Сыктывкар, 1998. — 528 с.

УДК 630*237.2.582.475

Дана оценка возможности использования в Республике Коми нормативов по рубкам ухода в насаждениях на объектах лесосушения, разработанных в соседних с республикой областях. Показано, что при разработке региональных нормативов по рубкам ухода в осушаемых лесах Республики Коми необходимо использовать имеющиеся наработки в соседних регионах, корректируя их на основе изучения производственного местного опыта и выполненных ранее в республике исследований.

Ключевые слова: Республика Коми, гидромелиорация, рубки ухода, нормативы рубок ухода.

В. В. Пахучий,
доктор сельскохозяйственных наук, профессор
(Сыктывкарский лесной институт)

РУБКИ УХОДА НА ОБЪЕКТАХ ГИДРОМЕЛИОРАЦИИ

Рубки ухода — это важнейшая составляющая систем лесоводственных мероприятий. Организация этих работ и их результаты на объектах гидролесомелиорации могут отличаться от таковых в условиях естественно дренированных лесных почв. Однако в Правилах ухода за лесами [1], а также предшествовавших им аналогичных нормативных документах [2] нет указания на целесообразность лесосушения как мероприятия, обеспечивающего повышение производительности лесов, или специфике рубок ухода на объектах гидромелиорации.

По мнению финских исследователей, влияние изреживаний на рост и приросты древостоев на осушаемых землях изучено недостаточно. В связи с этим при определении нормативов по рубкам ухода в древостоях на торфяных почвах (как осушаемых, так и неосушенных) предлагается использовать принципы, изложенные в руководстве по ведению хозяйства в лесах на хорошо дренированных территориях [18].

В изданных в конце прошлого века нормативных документах по осушению лесных земель [3; 4] рубки ухода предлагается проводить, руководствуясь, по сути, действующими рекомендациями по рубкам ухода. В них приводятся общие рекомендации о рубках ухода в насаждениях на объектах лесосушения, возрасте, породном составе, полноте и оценках возобновления, которые могут обеспечить получение высокого дополнительного прироста. Даются ссылки на результаты исследований, выполненных Ленинградским научно-исследовательским институтом лесного хозяйства, Институтом леса Карельского научного центра РАН и Архангельским институтом леса и лесохимии. Предложено рубками ухода формировать смешанные устойчивые против вредителей, ветровалов и распространения

лесных пожаров насаждения. В нормативных документах по осушению лесных земель приведены рекомендации о проведении рубок ухода на объектах гидромелиорации, согласующиеся с базовыми положениями данного вида лесохозяйственных мероприятий, даны предложения об интенсивности и повторяемости рубок ухода для конкретных случаев, определяемых породным составом, возрастом и полнотой древостоев. Однако в конечном итоге эти документы отправляют к нормативам по рубкам ухода в условиях естественно дренированных почв. В настоящее время таким документом являются новые Правила ухода за лесами [5].

Правила ухода за лесами [5], по нашему мнению, с точки зрения оценки роли лесосушения в комплексе мероприятий по уходу за лесами, более прогрессивны по сравнению с Правилами ухода за лесами [1]. Здесь в разделе III «Уход за лесами путем проведения агролесомелиоративных и иных мероприятий» для повышения продуктивности лесов на заболоченных почвах рекомендуются гидромелиоративные мероприятия в виде лесоводственно-гидролесомелиоративного ухода. Несмотря на то, что прямых указаний по интенсивности и повторяемости рубок ухода, технологическим схемам работы на участке и в пасеках не приводится, даны рекомендации по определению очередности осушения. Отмечается роль противопожарного ухода за лесами на объектах осушения. Указывается на недопустимость уменьшения коренного для данной территории биоразнообразия или утраты ценных естественных экосистем в результате именно этого вида ухода. Предлагается комплекс мероприятий по лесоводственно-гидромелиоративному уходу за лесами дополнять удобрением почв, мерами содействия возобновлению путем частичного снятия мохового покрова, рыхления верхних слоев почвы, посева семян, посадки сеянцев или саженцев. При этом отмечается, что необходимость и целесообразность этих мер должна быть обоснована лесоводственно и экономически [5, ст. 42].

Ранее при разработке нормативов рубок ухода в осушаемых насаждениях обычно рекомендовали удалять старые и фаутные деревья и нежелательные породы. При этом был учтен опыт Прибалтийских республик бывшего СССР, являвшихся пионерами в области промежуточного пользования в лесах на осушаемых землях [6]. Несколько позднее в Справочнике гидролесомелиоратора [7] были изложены краткие общие положения рубок ухода на объектах гидромелиорации. Рубки ухода оказывают сильное влияние на состояние осушительных систем. Поэтому рекомендации по эксплуатации осушительных систем включают мероприятия по устранению последствий рубок ухода, прежде всего — коммерческих [8].

Для Республики Коми при решении вопросов о технологии рубок ухода на осушаемых лесных землях полезен опыт таких регионов, как Карелии, Вологодской и Архангельской областей, а также опыт рубок ухода на объектах гидромелиорации за рубежом. Так, в Карелии при проведении

опытных рубок ухода в составе других лесохозяйственных мероприятий с использованием элементов рубок переформирования и обновления было установлено, что в варианте рубок с выборкой березы и единичных старых деревьев сосны накопление запаса происходит за счет оставшейся более молодой сосны (возраст 60—90 лет). При этом товарная структура формирующихся деревьев хорошая [9]. Подтверждено, что проведение ухода в березово-сосновом насаждении высокой полноты является эффективным мероприятием [10]. Результаты рубок переформирования отражены в работах В. А. Ананьева [11].

В Вологодской области в результате исследований на стационарных объектах для рубок ухода дано лесоводственное обоснование их целей и задач с учетом специфики реакции деревьев различных пород, возрастов и размеров на осушение и разреживание. В табличной форме представлены параметры рубок ухода [12; 13].

В Архангельской области получены данные о влиянии прореживаний на рост сосновых насаждений [14] и разработаны лесоводственные требования к проведению рубок ухода в осушаемых лесах. Результаты исследований по рубкам ухода на объектах гидромелиорации обобщены [15]. Достоинством предложенных нормативов, по нашему мнению, является включение в качестве входа в них средней высоты деревьев.

В результате исследований в Финляндии было установлено, что средний ежегодный прирост древесины был наиболее высоким на контрольном участке без изреживания. Однако в данном случае до 38 % запаса может уйти в отпад. Тем не менее влияние изреживаний проявлялось в увеличении относительного объема и прироста по диаметру остающихся после рубки живых деревьев. Здесь интересно отметить замечание авторов о том, что после выборки деревьев прирост по запасу, и особенно прирост по сумме площадей поперечного сечения деревьев, уменьшился непропорционально количеству вырубленных экземпляров. Это позволило им сделать вывод о том, что наибольшая доля прироста по объему в связи с рубками ухода сосредоточена в нижних частях стволов [18].

Видимо, это замечание может служить указанием на предпочтительность использования при назначении интенсивности рубок ухода именно сумм площадей сечения, а не количества выбираемых деревьев. Хотя для рубок ухода в молодняках использование густоты в качестве показателя интенсивности рубки оправдано ввиду тонкомерности как оставляемых, так и вырубаемых экземпляров. Здесь было бы уместно также вспомнить мнение по вопросу о взаимосвязях между ростом и густотой С. Н. Сеннова [16], который прямо указывал на то, что «...усиленный рост является причиной уменьшения густоты, но было бы нелепо ожидать обратного эффекта — усиления роста при уменьшении густоты».

Решая вопрос о возможности использования в Республике Коми имеющихся наработок по проведению рубок ухода в осушаемых лесах, необходимо учитывать, что по почвенным, климатическим и лесорастительным условиям республика наиболее близка к Архангельской и Вологодской областям. Это согласуется и с результатами мелиоративного районирования северных территорий европейской части России [17]. Здесь выполнен большой объем исследований по вопросам лесосушения вообще и рубкам ухода на объектах гидромелиорации в частности. В связи с этим нормативы рубок ухода в осушаемых лесах Архангельской и Вологодской области после их взаимного согласования по организационно-техническим элементам рубок, технологическим схемам разработки лесосек и пасек могут быть рекомендованы и для Республики Коми.

Много интересного и полезного по результатам аналогичных исследований содержится в публикациях лесоводов Карелии и зарубежных авторов. В то же время не следует ориентироваться на прямое копирование наработок по вопросам рубок ухода в осушаемых лесах в соседних с Республикой Коми областях. Физико-географические условия республики специфичны и отличаются большим разнообразием по сравнению с такими в других районах Европейского Севера. Климат республики характеризуется суровостью и континентальностью вследствие ее положения в относительно высоких широтах и удаленности от Атлантики. Уральский хребет и Тиманский кряж создают своеобразную геологическую обстановку и оказывают заметное влияние на режим теплообеспеченности и влагообеспеченности территории. Республика Коми отличается от северо-западных районов европейской части России сложностью гидрогеологических условий. Широкое распространение на территории республики двучленных почвообразующих пород обуславливает особенности формирования водного режима почв и процессов заболачивания и требует особого подхода с точки зрения охраны почв, в том числе при рубках ухода. Несомненно, региональный характер имеют проблемы сохранения биоразнообразия на объектах лесосушения или, например, влияния гидромелиорации лесных земель на элементы водного баланса. Это свидетельствует о том, что при разработке региональных нормативов по рубкам ухода в осушаемых лесах Республики Коми необходимо использовать имеющиеся наработки в соседних районах, корректируя их на основе изучения производственного местного опыта и выполненных ранее в регионе исследований.

Библиографический список

1. Приказ МПР РФ от 16.07.2007 № 185 «Об утверждении Правил ухода за лесами [Текст] : зарег. В Минюсте РФ 29.08.2007 № 10069.
2. Наставления по рубкам ухода в равнинных лесах европейской части России [Текст] : утв. Приказом Рослесхоза от 29.12.1993 № 347.

3. Руководство по осушению лесных земель [Текст] // Проектирование. — Москва : Союзгипролесхоз. 1986. — Ч. II. — 99 с.
4. Основные положения по гидролесомелиорации [Текст]. — Санкт-Петербург : Изд-во СПбНИИЛХ, 1995. — 59 с.
5. Правила ухода за лесами [Текст] : утв. приказом Минприроды России от 22.11.2017 г. № 626. — Москва : Минприроды, 2017. — 163 с.
6. Вомперский, С. Э. Лесоосушительная мелиорация [Текст] / С. Э. Вомперский, Е. Д. Сабо, А. С. Формин. — Москва : Лесн. пром-сть, 1975. — 293 с.
7. Сабо, Е. Д. Справочник гидролесомелиоратора [Текст] / Е. Д. Сабо, Ю. Н. Иванов, Д. А. Шатилло. — Москва : Лесн. пром-сть, 1981. — 200 с.
8. Константинов, В. К. Эксплуатация лесоосушительных систем [Текст] / В. К. Константинов. — Москва : Лесн. пром-сть, 1979. — 152 с.
9. Матюшкин, В. А. Эффективность проведения рубок реформирования и внесения минеральных удобрений в осушаемом сосняке травяно-сфагновом [Текст] / В. А. Матюшкин // Лесное хозяйство и комплексное природопользование : труды СПбНИИЛХ. — Санкт-Петербург : СПб НИИЛХ, 2010. — Вып. 2 (22). — С. 72—76.
10. Гаврилов, В. Н. Формирование хвойных древостоев на осушенных болотных почвах лесоводственными методами [Текст] / В. Н. Гаврилов // Лесопользование и гидролесомелиорация : материалы Всероссийского симпозиума. — Санкт-Петербург ; Вологда : СевНИИЛХ, 2007. — Ч. 1. — С. 73—85.
11. Ананьев, В. А. Рост и формирование березовых и березово-еловых древостоев после осушения и рубок [Текст] / В. А. Ананьев // Лесоводственно-экологические аспекты хозяйственной деятельности в лесах Карелии. — Петрозаводск : Карел. науч. центр РАН, 2005. — С. 65—72.
12. Дружинин, Ф. Н. Комплексные рубки в осушаемых лесах [Текст] / Ф. Н. Дружинин // Лесопользование и гидролесомелиорация : материалы Всероссийского симпозиума. — Санкт-Петербург ; Вологда : СевНИИЛХ, 2007. — Ч. 1. — С. 33—37.
13. Дружинин, Н. А. Промежуточное пользование в осушаемых лесах [Текст] / Н. А. Дружинин, Е. А. Мариничев, А. П. Шушарин // Лесопользование и гидролесомелиорация : материалы Всероссийского симпозиума. — Санкт-Петербург ; Вологда : СевНИИЛХ, 2007. — Ч. 1. — С. 38—42.
14. Худяков, В. В. Влияние прореживания на рост осушенного сосняка осоково-сфагнового [Текст] / В. В. Худяков // Гидролесомелиорация и эффективное использование земель лесного фонда : информационные материалы. — Вологда : Вологодская региональная лаборатория СевНИИЛХ, 1998. — С. 88—89.
15. Тараканов, А. М. Рост осушаемых лесов и ведение хозяйства в них [Текст] / А. М. Тараканов. — Архангельск : СевНИИЛХ, 2004. — 228 с.
16. Сеннов, С. Н. Закономерности формирования естественных одновозрастных древостоев [Текст] : текст лекций / С. Н. Сеннов. — Санкт-Петербург : СПбГЛТА, 2007. — 28 с.
17. Пахучий В. В. Гидролесомелиоративное районирование Севера европейской части России. География и природные ресурсы. — 1996. — № 2. — С. 85—90.
18. Repola, J. Thinning intensity and growth of mixed spruce-birch stands on drained peatlands in Finland [Text] / Repola J., Hökkä H. & Penttilä T // Silva Fennica. — 2006. — Vol. 40 (1). — P. 83—99.

УДК 630*237.2.582.475

В работе рассмотрены теоретические положения и дана оценка возможности практического использования пробных площадей, закладываемых не в двух, а в трех измерениях. Приведены примеры графического представления интегральной характеристики древостоя – запаса древесины на основе 3–D моделирования. Предложены новые подходы к обоснованию метода критической высоты.

Ключевые слова: 3–D круговые пробные площади, метод угловых проб В. Биттерлиха, запас древостоя, критическая высота дерева.

В. В. Пахучий,

доктор сельскохозяйственных наук, профессор

С. М. Полещиков,

доктор физико-математических наук, профессор

3–D круговые пробные площади — развитие метода критической высоты

Запас древесины на 1 га — важная характеристика древостоя элемента леса. Запас может быть установлен на основе табличного метода, методом модельных и учетных деревьев, прямой и кривой объемов стволов, на основе региональных зависимостей между объемом стволов и другими таксационными показателями [1]. Целью многих исследований было упрощение и ускорение работ по определению запаса древостоя с сохранением точности оценок. В 1948 г. В. Биттерлихом был предложен метод угловых проб, который позволил достичь таких результатов благодаря упрощению определения суммы площадей сечения древостоя на 1 га [4]. После опубликования результатов исследования В. Биттерлиха работы по использованию круговых реласкопических площадок выполнялись и комментировались в Европе, США, Японии и других странах. В работах отмечались как революционность, так и достоинства и недостатки метода. В России апробирование метода в практике работ по отводу и таксации лесосек выполнялось в конце 60-х — начале 70-х годов прошлого столетия в различных лесорастительных условиях [1, 2].

Несмотря на широкое практическое использование метода угловых проб, следует признать, что его потенциал полностью не раскрыт. Подтверждением этого является предложение о развитии метода на основе использования сумм площадей сечений на различной высоте древостоя для определения послойных значений запасов древесины [5]. Аналогичный подход был использован нами при моделировании послойных запасов древесины в сосняках на объектах гидромелиорации. Толщина слоя принималась равной 1 м. На рис. 1 приведено графическое представление зависимости запаса слоя от высоты его расположения на примере древостоев пробных площадей 9, 11, 25 на осушаемых лесных землях в Корткеросском лесничестве Республики Коми [3].

Достоинством такого подхода является то, что он позволяет без региональных таксационных нормативов определить наличный запас древесины в древостое и насаждении. Республика Коми относится именно к таким регионам. Таксационные нормативы, используемые в т.ч. для определения запаса древесины, экстраполированы в данный регион из Архангельской области. До настоящего времени в республике не сформирована региональная база таксационных данных, которая могла бы послужить основой

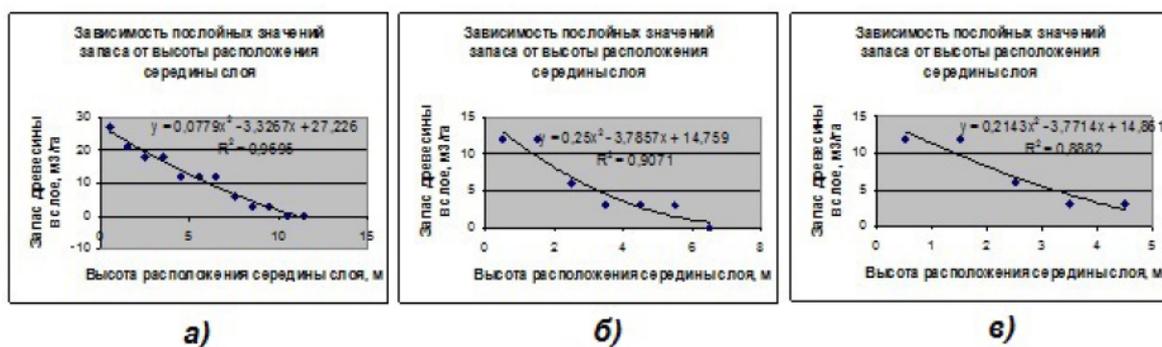


Рис. 1. Зависимость послойных значений запаса древесины от высоты расположения слоев: а — пробная площадь 25, б — пробная площадь 11, в — пробная площадь 9.

для разработки таблиц объемов стволов, нормативов для определения относительной полноты древостоев и др.

Не менее революционным по сравнению с идеей В. Биттерлиха в теоретическом отношении, по нашему мнению, является введение в таксационную науку понятия „критическая высота дерева“. Идея принадлежит японскому ученому М. Китамура [8]. Первая статья с изложением метода была опубликована в труднодоступном издании и на японском языке. Это создало определенные трудности для ознакомления с идеей критической высоты за пределами Японии. Позднее была опубликована статья М. Китамуры на японском языке в более доступном издании [9]. В этом случае ход обоснования метода также был скрыт от европейского читателя. Но из краткого резюме на немецком языке следовало, что запас древостоя может быть найден как произведение сумм критических высот деревьев в древостое на коэффициент полнотомера В. Биттерлиха. При этом под критической высотой подразумевалась высота деревьев на круговой пробной площади, на которой стволы точно вписываются в вырез углового шаблона (полнотомера).

В 1974 г. метод был „перезоткрыт“ К. Илесом. Автор назвал его „пронизывающим методом (penetration sampling)“ и представил свою систему как серию линий визирования, пронизывающих трехмерное пространство в лесу [6, 10]. Следует отметить, что первая статья К. Илеса [6] не была опубликована в научном издании, а представляла собой рукопись (unpublished paper) обзорной классной работы на тему, связанную с развитием идеи В. Биттерлиха на трехмерных пробных площадях.

В дальнейшем метод критической высоты представлялся как метод М. Китамуры [8, 9] или метод, независимо разработанный М. Китамурой [8] и К. Илесом [6]. Очевидно, что автор идеи — М. Китамура. Тем не менее, новые авторские подходы к обоснованию метода критической высоты предлагались и позднее. Так, например, в качестве „простейшей иллюстрации (simplest way)“ идеи критической высоты при оценке роста было предложено использовать конус, расположенный над деревом, высота которого в определенной кратности соотносится с оценками суммы площадей сечения древостоя на единице площади [11].

По нашему мнению, идея М. Китамуры [9] достаточно просто может быть обоснована именно на базе метода определения запаса древостоя как суммы его послойных запасов.

Получим оценку поперечного сечения ствола дерева на 1 га рассматриваемой площади. Рассмотрим полнотомер с базисом $b = 100$ см и шириной прицельной рамки

$d = 2$ см. При нахождении „критической высоты“ дерева прицел полнотомера визуально „ведут“ от основания дерева вверх вдоль ствола до тех пор, пока ствол не „впишется“ в прицельную рамку прибора. На рис. 2 точка C соответствует „критической“ высоте.

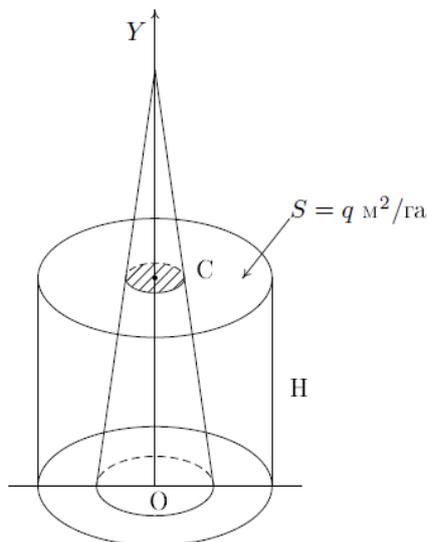


Рис. 2. Конус ствола дерева и виртуальный цилиндр

В этом случае выполняется равенство

$$\frac{D}{R} = \frac{d}{b} = \frac{1}{50} \quad \left(= \frac{2}{100} \right). \quad (1)$$

Здесь D — диаметр ствола дерева на высоте точки C , R — расстояние (радиус) от центра O круговой площадки до центра поперечного сечения дерева (рис. 3).

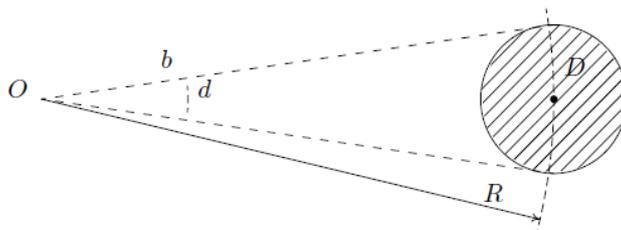


Рис. 3. Сечение на уровне критической высоты C

Ниже точки C (рис. 4) дерево будет „толще“ прицельной рамки прибора. Поэтому имеем неравенство

$$\frac{D}{R} > \frac{1}{50} \quad \text{или} \quad D > \frac{R}{50}.$$

Здесь D соответствует диаметру ствола ниже точки C , то есть D равно длине отрезка AM . Обозначим сумму длин отрезков AB и LM через δ . Тогда

$$D = \frac{R}{50} + \delta. \quad (2)$$

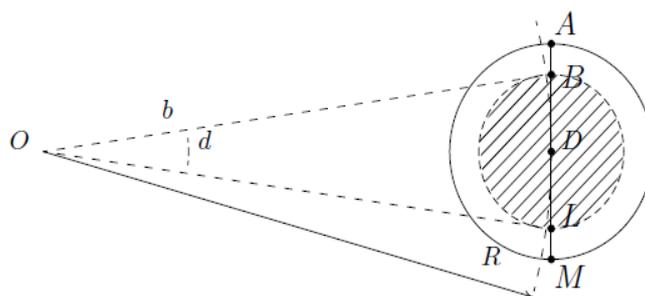


Рис. 4. Поперечное сечение дерева ниже точки C

Площадь реласкопической круговой площадки радиуса R равна

$$S_0 = \pi R^2,$$

площадь поперечного сечения ствола с диаметром, определяемым по формуле (2), вычисляется по формуле

$$q_0 = \frac{\pi}{4} \left(\frac{R}{50} + \delta \right)^2.$$

Обозначим через q площадь поперечного сечения учтенного дерева на 1 га (10000 м^2). Из пропорции

$$\frac{q}{10000} = \frac{q_0}{S_0}$$

находим

$$\begin{aligned} q &= \frac{q_0}{S_0} \cdot 10000 = \frac{\pi \left(\frac{R^2}{2500} + \frac{2R\delta}{50} + \delta^2 \right)}{4\pi R^2} \cdot 10000 = \\ &= \left(\frac{1}{10000} + \frac{1}{50} \left(\frac{\delta}{2R} \right) + \left(\frac{\delta}{2R} \right)^2 \right) \cdot 10000 \approx 1 \text{ м}^2/\text{га}. \end{aligned}$$

В этих оценках слагаемыми, содержащими первую и вторую степени $\frac{\delta}{2R}$, в силу их малости пренебрегаем [2]. Найденная величина q называется **коэффициентом полнотомера**. Аналогично можно получить соотношения

$$q \approx \frac{d^2}{4} \quad \text{или} \quad d \approx 2\sqrt{q},$$

связывающие коэффициент полнотомера с шириной прицельной рамки d при заданном базисе $b = 100$ см. Отметим, что на практике используют также полнотомеры с параметрами $b = 100$ см и $d = 1.41$ см ($\approx \sqrt{2}$). Для такого полнотомера из последнего соотношения получаем $q \approx 0.5 \text{ м}^2/\text{га}$. Для полнотомера с параметрами $b = 100$ см и $d = 1$ см получим $q \approx 0.25 \text{ м}^2/\text{га}$.

Перейдем далее к оценкам объема древостоя. Предположим, что известна площадь сечения ствола дерева плоскостью, перпендикулярной оси OY . Эта площадь зависит от положения секущей плоскости, то есть является функцией переменной y

$$S = S(y), \quad 0 \leq y \leq c.$$

Сечения $S(y)$ рассматриваем только до критической высоты (точка C). Можно считать, что функция сечения $S(y)$ является непрерывной на этом отрезке. В силу сбежистости ствола дерева к вершине минимум функции $S(y)$ достигается в точке $y = c$

$$\min_{0 \leq y \leq c} S(y) = S(c). \quad (3)$$

Введем разбиение отрезка $[0, c]$ системой точек

$$0 = y_0 < y_1 < \dots < y_{n-1} < y_n = c.$$

Через точки y_i проведем плоскости, перпендикулярные оси OY . Ствол дерева разбивается на n слоев. Объем одного i -слоя приближенно равен

$$V_i = S(y_i)\Delta y_i, \quad i = 1, \dots, n,$$

где $\Delta y_i = y_i - y_{i-1}$. Тогда объем ствола дерева на отрезке $[0, c]$ приближенно равен интегральной сумме

$$V \approx \sum_{i=1}^n S(y_i)\Delta y_i.$$

Переходя в этом равенстве к пределу при $\max_{1 \leq i \leq n} \Delta y_i \rightarrow 0$ ($n \rightarrow \infty$), получим

$$V = \int_0^c S(y)dy.$$

В силу (3) имеем оценку снизу

$$V \geq S(c) \int_0^c dy = S(c)H,$$

где H — „критическая“ высота (рис. 2). При пересчете поперечного сечения ствола дерева на 1 га рассматриваемой площади величина $S(c)$ должна быть заменена на коэффициент полнотомера q

$$V \geq qH. \quad (4)$$

Следовательно, запас древостоя одного дерева равен объему „виртуального“ цилиндра, высота которого соответствует высоте H расположения „критического диаметра“ D , а площадь сечения этого цилиндра равна коэффициенту полнотомера q (рис. 2). Оценка (4) получена для одного дерева. Предположим, что на круговой пробной площади N деревьев удовлетворяют критериям отбора по угловому шаблону. Объем V_k каждого такого дерева оценивается неравенством (4). Тогда запас древостоя на площадке может быть оценен снизу суммой

$$M = \sum_{k=1}^N V_k \geq q \sum_{k=1}^N H_k,$$

где H_k — критическая высота каждого из N деревьев на пробной площади. Таким образом, запас древостоя может быть найден как произведение суммы критических высот на коэффициент полнотомера q .

Из соотношения (1) следует, что чем ближе дерево расположено к центру пробной площади, тем меньше критический диаметр, тем больше критическая высота виртуального цилиндра, тем труднее ее определение.

В настоящее время метод критической высоты в практической деятельности не применяется. Это в основном связано с тем, что положение критической точки (высоты) трудно определить в условиях густой кроны и для высоких деревьев, расположенных вблизи центра круговой пробной площади. На скорость и эффективность метода могут влиять густота древостоя, рельеф местности, сезон года, погода и наличие или отсутствие профессиональных инструментов [7]. Однако, при использовании, например, зеркального реласкопа В. Биттерлиха, позволяющего определять диаметры на любой высоте ствола и высоту расположения критического диаметра, перечисленные проблемы сохраняются.

Оценивая перспективы метода критической высоты, следует принимать во внимание следующее. При наличии массовых региональных данных о форме стволов различных пород высоту критического диаметра в поле можно рассчитывать по характеристикам сбегавших стволов, а не определять инструментально. Наличие портативных полевых компьютеров позволит облегчить вычислительную процедуру в полевых условиях. Все это может способствовать внедрению данного метода в практику таксации, инвентаризации леса и лесного хозяйства. Необходимо также учитывать, что основное достоинство метода определяется возможностью определения наличного запаса древесины в древостое и насаждении без региональных таксационных нормативов.

В отечественной научной таксационной литературе понятие „критическая высота деревьев“ не анализируется и не является предметом научных дискуссий. Не рассматривается это понятие и в отечественной учебной литературе. Данная публикация, по нашему мнению, позволит лесоведам ознакомиться с интересным методом таксации интегрального таксационного показателя яруса насаждения — запаса древесины, и представляет достаточно простой подход к обоснованию этого метода.

Библиографический список

1. Анучин, Н.П. Лесная таксация / [Текст] Н. П. Анучин. Учебник для вузов. – 5-е. изд. доп. – Москва: Лесн. пром-сть. – 1982. – 552 с.
2. Ведение лесного хозяйства. Таксация насаждения и материально-денежная оценка делянки [Текст] метод. указ. для практ. занятий и выполн. курсовой работы для студ. спец. 26.01. – СПбГЛТА.: сост. С. В.Вавилов, Л. Н. Яновский, А. Г. Мошкалев. – Санкт-Петербург: ЛТА, 1992. – 37 с.
3. Пахучий, В. В. 3D-пробные площади: теория, практика и опыт моделирования [Электронный ресурс] / Февральские чтения: сб. материалов науч.-практ. конф. проф.-препод. со-става Сыкт. лесн. ин-та по итогам науч.-исслед. работы в 2016 г. (Сыктывкар, 20–28 февр. 2017 г.) – Сыктывкар: СЛИ, 2017. – С. 229–236.
4. Bitterlich, W. Die Winkelzahlprobe [Text] /W. Bitterlich // Allgemeine Forst und Holzwirtschaftliche Zeitung. – 1948. – 59 (1 /2). – p. 4–5.

5. Hirata, T. Height estimation through Bitterlich's method [Text] / T. Hirata // Japanese Journal of Forestry. – 1955. – 37 : p. 479–480.
6. Iles, K. Penetration Sampling, an Extension of the Bitterlich to the Third Dimension a Summary [Text] / K. Iles // Unpublished Paper, Class Project. – Oregon State University, May 1974.
7. Johnson, A.I. Computer simulation of critical height sampling [Text] / A. I. Johnson // Thesis for the degree of master of science. – Oklahoma. – 1988. – 103 p.
8. Kitamura, M. The Volume Estimate of Trees in a Stand by the Sum of Critical Heights [Text] / M. Kitamura // 73 Kai Nichi Rin Ko. – 1962. – p. 64–67.
9. Kitamura, M. A Simple Method of Estimating the Volume of Trees in a Stand by the Method of the Sum of Critical Heights [Text] / M. Kitamura // J. Jap. For. Soc. – 1968. – 50(11). – P. 331–335.
10. Shreuder, H. T. Sampling methods for multiresource forest inventory [Text] / H. T. Shreuder, T. G. Gregoire, G. B. Wood. – Australian National University Canberra, 1993. – P. 129–134.
11. Vivian, J. Stand growth estimation. Literature review [Text] / J. Vivian/ – Ministry of forests resources Inventory branch: Vancouver, 1999. – 12 p.

СЕКЦИЯ «ПРОБЛЕМНЫЕ ВОПРОСЫ ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКИ»

УДК 621.311:519.85

Рассматривается решение задачи обобщенного оценивания состояния электроэнергетической системы по данным синхронизированных векторных измерений. Программная реализация решения задачи, записанной в виде задачи целочисленного линейного программирования, выполнена на языке JuMP с помощью современных оптимизационных пакетов, применяющих алгоритмы целочисленного линейного программирования.

Ключевые слова: языки алгебраического моделирования, JuMP, решатели, обобщенное оценивание состояния энергосистемы, синхронизированные векторные измерения, программирование задачи оптимизации, отключение линии, ошибки в измерениях.

Н. Э. Готман,
старший преподаватель
(Сыктывкарский лесной институт)

ПРИМЕНЕНИЕ ЯЗЫКА АЛГЕБРАИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ JuMP ДЛЯ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧИ ОБОБЩЕННОГО ОЦЕНИВАНИЯ СОСТОЯНИЯ ЭНЕРГОСИСТЕМЫ

Развитие вычислительной техники всегда сопровождалось и сопровождается разработкой новых языков программирования. При этом задачи, решаемые с использованием компьютеров, с каждым годом становятся все сложнее и разнообразнее. Это приводит к созданию новых, более мощных, ориентированных на решаемые проблемы, языков программирования. Для решения задач оптимизации с 80-х годов прошлого века стали появляться языки, которые получили название «языки алгебраического моделирования».

Языки алгебраического моделирования являются языками высокого уровня. Основным преимуществом таких языков является возможность записывать модель задачи в форме, близкой к математической записи с использованием переменных, ограничений, алгебраических выражений и индексов [1]. Трансляторы языков алгебраического моделирования отвечают за перевод описания задачи в формат, принимаемый внешними программами решения оптимизационных задач, которые называются решателями. Наиболее известными языками алгебраического моделирования являются коммерческие GAMS (General Algebraic Modeling System) и AMPL (A Mathematic Programming Language), которые применяются и в научных исследованиях, и в промышленных программах, но из-за своей высокой стоимости они не получили распространение у российских исследователей.

Новый язык JuMP (Julia for Mathematical Optimization) является расширением свободно доступного современного языка программирования Julia [2]. Он предназначен для решения различных задач, включая линейное программирование, смешанное целочисленное программирование, ко-

ническое программирование второго порядка, полуопределенное программирование и нелинейное программирование.

В предлагаемой работе рассматривается применение языка JuMP для задачи обобщенного оценивания состояния электроэнергетической системы (ЭЭС). Это задача, которая связывает между собой две, — это оценивание состояния режима энергосистемы и определение топологии сети. Так как рассматриваемую задачу необходимо решать в реальном времени, то имеет значение быстрдействие ее метода решения и программной реализации.

В последние годы в качестве одного из путей повышения наблюдаемости ЭЭС применяются измерения комплексных электрических величин тока и напряжения от устройств PMU (Phasor Measurements Units), которые обеспечивают точными, с высокой частотой дискретизации, синхронизированными измерениями векторов этих величин. В данной работе рассматривается решение задачи обобщенного оценивания состояния ЭЭС по данным измерений PMU, обеспечивающее робастность оценок по отношению как к аналоговым, так и топологическим ошибкам. Программная реализация решения задачи, записанной в виде задачи целочисленного линейного программирования (ЦЛП), выполнена на языке JuMP с помощью современных оптимизационных пакетов, применяющих алгоритмы ЦЛП.

Рассмотрим решение задачи робастного обобщенного оценивания состояния энергосистемы следующего вида [3]:

$$\sum_{i=1}^m b_i / 2 + \sum_{e \in E} d_e \rightarrow \min \quad (1.1)$$

$$-d_e \leq \bar{u}_e - u_e \leq d_e, \quad e \in E \quad (1.2)$$

$$-Mb_i - \lambda \leq r_i / \sigma_i \leq \lambda + Mb_i, \quad i = 1, \dots, m \quad (1.3)$$

$$r_i = \bar{y}_i - y_i(x, I'_{kl}, I''_{kl}), \quad i = 1, \dots, m, \quad k = 1, \dots, n, \quad \ell \in \delta(k) \quad (1.4)$$

$$I'_k(x) = \sum_{l \in \delta(k)} I'_{kl} = 0, \quad k \in Z \quad (1.5)$$

$$I''_k(x) = \sum_{l \in \delta(k)} I''_{kl} = 0, \quad k \in Z \quad (1.6)$$

$$\begin{cases} -u_e I_{kl}^{\max} \leq I'_{kl} \leq u_e I_{kl}^{\max} \\ I'_{kl} - I'_{kl}(x) \leq (1 - u_e) I_{kl}^{\max} \\ I'_{kl} - I'_{kl}(x) \geq -(1 - u_e) I_{kl}^{\max} \end{cases}, \quad e \in E, \quad k = 1, \dots, n, \quad \ell \in \delta(k) \quad (1.7)$$

$$\begin{cases} -u_e I_{kl}^{\max} \leq I_{kl}'' \leq u_e I_{kl}^{\max} \\ I_{kl}'' - I_{kl}''(x) \leq (1 - u_e) I_{kl}^{\max} \\ I_{kl}'' - I_{kl}''(x) \geq -(1 - u_e) I_{kl}^{\max} \end{cases}, \quad e \in E, \quad k = 1, \dots, n, \quad \ell \in \delta(k) \quad (1.8)$$

$$b_i \geq b_j \quad i = 1, \dots, m, \quad j = 1, \dots, m \quad (1.9)$$

$$b_j \geq b_i \quad i = 1, \dots, m, \quad j = 1, \dots, m \quad (1.10)$$

$$b_i, u_e, d_e \in \{0, 1\} \quad i = 1, \dots, m, \quad e \in E,$$

где m — количество измерений; n — количество узлов в сети; E — множество ветвей сети; Z — множество транзитных узлов; nl — количество ветвей в сети; b_i — признак достоверности i -го измерения такой, что $b_i = 1$, если измерение признается достоверным, и $b_i = 0$ в противном случае; u_e ($e \in E$) — бинарная переменная состояния ветви такая, что $u_e = 1$, если ветвь включена, $u_e = 0$, если ветвь отключена; \bar{u}_e — значение телесигнала о состоянии линии; d_e — признак достоверности телесигнала; \bar{y}_i, σ_i — соответственно значение i -го измерения и его стандартная ошибка; $y_i(x, I'_{kl}, I''_{kl})$ — функция зависимости измеряемого параметра от вектора состояния x и токов в ветвях; r_i — невязка измерения; $\delta(k)$ — множество узлов, смежных с узлом k ; λ — некоторый заданный статистический порог; M — большое число подходящей величины.

Уравнения (1.5) и (1.6) записываются для учета транзитных узлов с нулевой инъекцией. Под телесигналом здесь понимается как реальный сигнал, поступающий с объекта, так и любой другой сигнал, задаваемый на основе иных источников информации о статусе ветви и используемый при формировании расчетной схемы сети.

Сформулируем задачу (1) на языке JuMP. Создание модели (назовем ее md) выполняется с помощью следующего оператора:

$$md = Model(solver = CbcSolver())$$

В качестве аргумента указан свободно доступный решатель COIN-OR Cbc [4], реализующий алгоритмы задач ЦЛП.

Далее необходимо описать переменные модели. Бинарные переменные описываются следующим образом:

$$\begin{aligned} & @variable(md, b[i=1:m], Bin) \# \text{признак достоверности измерения} \\ & @variable(md, d[i=1:nl], Bin) \# \text{признак достоверности телесигнала} \\ & @variable(md, u[i=1:nl], Bin) \# \text{состояние линии} \end{aligned}$$

Векторные измерения (модуль и фаза напряжения и тока в ветвях) для решения задачи (1) преобразуются из полярной системы координат в прямоугольную, и тогда в качестве переменных мы имеем действительные и

мнимые составляющие напряжений и токов. Например, составляющие напряжения будут указаны в качестве переменных следующим образом:

```
@variable(md, Va[i=1:n]) # действительная составляющая напряжения
@variable(md, Vr[i=1:n]) # мнимая составляющая напряжения
```

Аналогично описываются переменные для составляющих токов в ветвях и невязки.

```
@variable(md, IFa [1:nl]) # действительная составляющая тока в начале линии
@variable(md, IFr [1:nl]) # мнимая составляющая тока в начале линии
@variable(md, ITa [1:nl]) # действительная составляющая тока в конце линии
@variable(md, ITr [1:nl]) # мнимая составляющая тока в конце линии
@variable(md, r[i=1:m]) # невязки измерений
```

Целевая функция модели md записывается как:

```
@objective(md, Min, sum(b)/2+sum(d))
```

Осталось написать ограничения задачи. Так как ограничения (1.2) и (1.3) являются двусторонними, и в JuMP нет возможности их подобным образом указать, то рассматриваем каждую сторону неравенств по отдельности:

```
@constraint(md, binary_left[i=1:nl], BranchStatus[i]-u[i] >= -d[i])
@constraint(md, binary_right[i=1:nl], BranchStatus[i]-u[i] <= d[i])
@constraint(md, analog_left[i=1:m], r[i]/σ[i] >= -M*b[i]-λ)
@constraint(md, analog_right[i=1:m], r[i]/σ[i] <= M*b[i]+λ)
```

В приведенных выше операторах $BranchStatus[i]$ соответствует \bar{u}_e в формулировке (1). Уравнения для транзитных узлов (1.5) и (1.6) записываются в следующем виде:

```
@constraint(md, tranz_eq_a[i=Z], Ia [i]=0)
@constraint(md, tranz_eq_r[i=Z], Ir [i]=0),
```

где $I_a [i]$ и $I_r [i]$ — действительные и мнимые составляющие узловых токов, в данном случае, для транзитных узлов.

Группа ограничений (1.7) и (1.8) на языке JuMP выглядят так:

```
@constraint(md, Ifa1_left[i=1:nl], IFa[i] >= -u[i]*Imax)
@constraint(md, Ita1_left[i=1:nl], ITa [i] >= -u[i]*Imax)
@constraint(md, Ifr1_left[i=1:nl], IFr[i] >= -u[i]*Imax)
@constraint(md, Itr1_left[i=1:nl], ITr [i] >= -u[i]*Imax)
@constraint(md, Ifa1_right[i=1:nl], IFa [i] <= u[i]*Imax)
```

```

@constraint(md, Ita1_right[i=1:nl],  $IT_a [i] \leq u[i]*I_{max}$ )
@constraint(md, Ifr1_right[i=1:nl],  $IF_r [i] \leq u[i]*I_{max}$ )
@constraint(md, Itr1_right[i=1:nl],  $IT_r [i] \leq u[i]*I_{max}$ )
@constraint(md, Ifa2_left[i=1:nl],  $IF_a [i]-calcIFa[i] \geq -(1-u[i])*I_{max}$ )
@constraint(md, Ita2_left[i=1:nl],  $IT_a [i]-calcITa[i] \geq -(1-u[i])*I_{max}$ )
@constraint(md, Ifr2_left[i=1:nl],  $IF_r [i]-calcIFr[i] \geq -(1-u[i])*I_{max}$ )
@constraint(md, Itr2_left[i=1:nl],  $IT_r [i]-calcITr[i] \geq -(1-u[i])*I_{max}$ )
@constraint(md, Ifa2_right[i=1:nl],  $IF_a [i]-calcIFa[i] \leq (1-u[i])*I_{max}$ )
@constraint(md, Ita2_right[i=1:nl],  $IT_a [i]-calcITa[i] \leq (1-u[i])*I_{max}$ )
@constraint(md, Ifr2_right[i=1:nl],  $IF_r [i]-calcIFr[i] \leq (1-u[i])*I_{max}$ )
@constraint(md, Itr2_right[i=1:nl],  $IT_r [i]-calcITr[i] \leq (1-u[i])*I_{max}$ )

```

В этих операторах применяются значения токов в ветвях ($calcI...$), которые рассчитываются, используя параметры линий и напряжений в узлах. И последние ограничения (1.9) и (1.10):

```

@constraint(md, error_T11[i=1:2:m-1],  $b[i] \geq b[i+1]$ )
@constraint(md, error_T12[i=1:2:m-1],  $b[i+1] \geq b[i]$ )

```

Таким образом, модель задачи записана полностью. Расчет для созданной модели md выполняется в следующем фрагменте программы:

```

status=solve(md)
if status!=:Optimal
    info("Решение не найдено")
end

```

Решение задачи предоставляется решателю, и нет необходимости его программировать.

Проводились расчеты для двух стандартных тестовых схем IEEE-14 (рис. 1), IEEE-30 (рис. 2). На рис. 1 и 2 показано размещение устройств РМУ, которое получено как результат оптимальной расстановки РМУ по критерию минимума числа устройств, обеспечивающей топологическую наблюдаемость ЭЭС и измерение токов по каждой ветви. Узлы, в которых устанавливались устройства РМУ, выделены квадратами.

Для сравнения времени расчета для каждой схемы проводились расчеты с одной грубой ошибкой в модуле тока по одной из линий. Значения измерений РМУ получались путем расчета установившегося режима и внесения нормального шума. Стандартные отклонения ошибок измерений σ_i были приняты равными 0,5 % для модулей и $0,5^\circ$ для углов векторных величин.

Грубые ошибки моделировались путем добавления к значениям модулей измерений токов больших величин из диапазона $[-200\sigma_i, 200\sigma_i]$. В расчетах использовались следующие константы: $\lambda = 2,5$, $M = 10000$, $I_{ij}^{\max} = 10$.

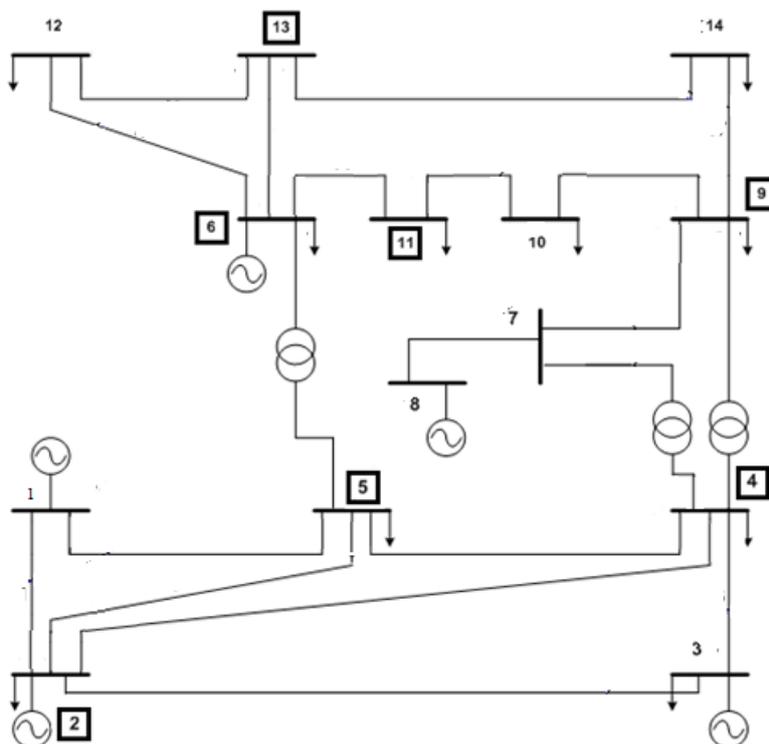


Рис. 1. Тестовая схема IEEE-14 с указанием мест размещения PMU

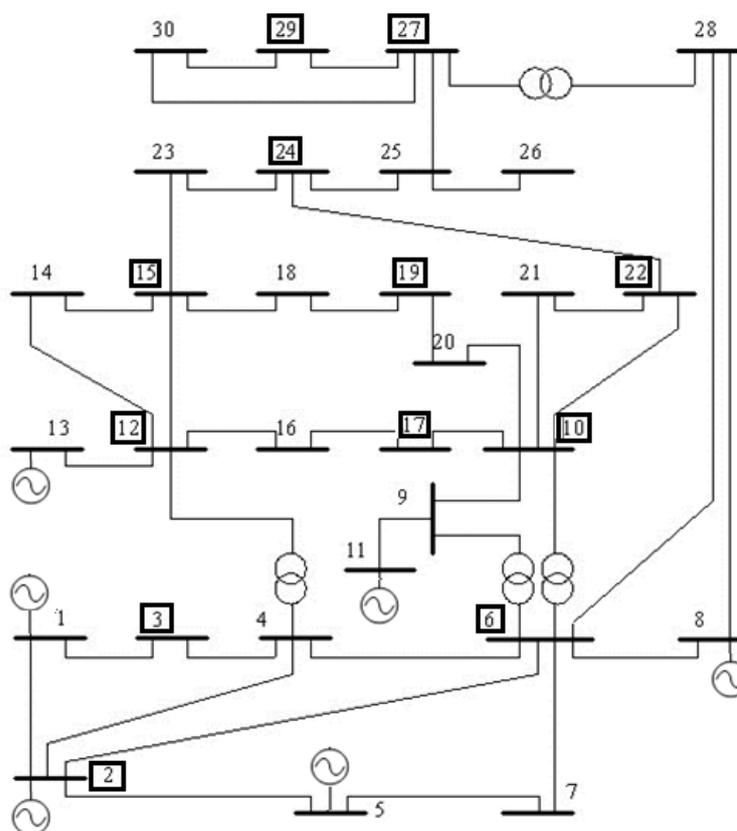


Рис. 2. Тестовая схема IEEE-30 с указанием мест размещения PMU

Время выполнения расчета демонстрирует эффективность использования средств алгебраического моделирования (JuMP/Julia, Cbc) (таблица).

Время расчета для тестовых схем

Схема	Количество				Среднее время расчета (с)
	линий в схеме	устройств PMU	измерений от PMU	переменных в задаче (1)	
IEEE-14	20	7	52	304	0,381
IEEE-30	41	12	94	590	0,877

Заключение. Применение языка JuMP для решения задачи обобщенного оценивания состояния позволило создать модель без трудоемкого написания программного кода, что дает возможность в научной работе быстро перейти от программирования к исследованиям.

Библиографический список

1. Хохлов, М. В. Оптимизационные расчеты в электроэнергетике на основе языков алгебраического моделирования [Текст] / М. В. Хохлов // Актуальные проблемы, направления и механизмы развития производительных сил Севера — 2016 : матер. V Всерос. науч. семинара (21—23 сентября 2016 г., Сыктывкар) : в 2 ч. — Сыктывкар : ООО «Коми республиканская типография», 2016. — С. 123—134
2. Dunning, I. JuMP: A Modeling Language for Mathematical Optimization [Text] / I. Dunning, I. Huchette, M. Lubin // SIAM Review. — 2017. — № 2. — P. 295—300.
3. Хохлов, М. В. Робастное обобщенное оценивание состояние ЭЭС: метод на основе целочисленного линейного программирования [Текст] / М. В. Хохлов, Н. Э. Готман // Методические вопросы исследования больших систем энергетики. Вып. 68. Исследование и обеспечение надежности систем энергетики / отв. ред. Н. И. Воропай — Иркутск : ИСЭМ СО РАН, 2017. — С. 495—504.
4. Download and Install [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://projects.coin-or.org/Cbc>.

УДК 621.31

На основе общественного мнения о работе электросетевых организаций и практики реализации программы Энергосбережение и повышение энергетической эффективности на территории Республики Коми рассмотрены вопросы организации уличного освещения в населенных пунктах муниципальных образований.

Ключевые слова: электроэнергетика, энергоэффективность, освещение.

В. Н. Чехонин,
заместитель начальника отдела энергетики
(Министерство энергетики, жилищно-коммунального
хозяйства и тарифов Республики Коми)

ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКА КАК ДРАЙВЕР СОЦИАЛЬНОЙ СТАБИЛЬНОСТИ. ОРГАНИЗАЦИЯ УЛИЧНОГО ОСВЕЩЕНИЯ

Электроэнергетика и общественное мнение. Электричество является неотъемлемой частью сегодняшнего быта людей и жизнь без него многим уже немислима. Без электричества невозможна нормальная работа систем жизнеобеспечения, таких как водоснабжение и водоотведение, теплоснабжение. Важнейшую роль в жизни современного человека играют средства массовой информации, коммуникаций, Интернет и социальные сети. Отсюда очевидна прямая связь социальной стабильности и источников ее обеспечения — электроэнергетики.

Энергосистема Республики Коми осуществляет централизованное электроснабжение потребителей на территории Республики Коми и объединяет электростанции, принадлежащие ПАО «Т Плюс», ООО «Воркутинские ТЭЦ», АО «Интер РАО — Электрогенерация», АО «Монди Сыктывкарский ЛПК» и электрические сети ПАО «ФСК ЕЭС», ПАО «МРСК Северо-Запада» и других субъектов электроэнергетики Республики Коми.

В Республике Коми имеется 1356 электростанций (включая дизельные электростанции и автономные резервные источники электропитания), из общего количества электростанций 82 — электростанции общего пользования, 627 — электростанции, принадлежащие организациям промышленного производства, 455 — транспорта, 30 — сельского и лесного хозяйства, 61 — строительства, 101 — прочим хозяйствующим субъектам. Общая установленная мощность станций — 2,6 ГВт [4].

Все субъекты электроэнергетики проводят непрерывную работу по обновлению оборудования, тем самым повышая надежность электроснабжения. Тем не менее часто можно услышать от населения, что энергетики работают плохо. При этом на вопрос, в чем же выражается неудовлетворительная работа, отвечают, что часто нет света. На поверку выясняется, что под «светом» жители имеют в виду уличное освещение.

Многие знают, что электроэнергия вырабатывается на электростанциях и передается посредством линий электропередачи, но по понятным причинам не все знают, где заканчивается «большая» энергетика и начинается «местная».

Кто должен организовать уличное освещение? Федеральный закон от 06.10.2003 № 131-ФЗ «Об общих принципах организации местного самоуправления в Российской Федерации» установил следующее.

«Ст. 14: Вопросы местного значения городского, сельского поселения.

п. 5: дорожная деятельность в отношении автомобильных дорог местного значения в границах населенных пунктов поселения и обеспечение безопасности дорожного движения на них...;

п. 19: утверждение правил благоустройства территории поселения, осуществление контроля за их соблюдением, организация благоустройства территории поселения в соответствии с указанными правилами...» [1].

Таким образом, организация уличного освещения в населенных пунктах является чаще всего обязанностью местной администрации муниципальных образований, но не энергетиков! Однако, поскольку существует такое мнение у населения, должна быть заинтересованность и у субъектов электроэнергетики для формирования положительного имиджа о компании. Организациям электроэнергетики следует всячески помогать на местах, быть как можно больше социально ориентированными, что часто подтверждается делом.

Каким должно быть освещение? Пунктом 2.5 СНиП 2.05.02-85 «Автомобильные дороги» предусмотрено обязательное наличие стационарного освещения на автомобильных дорогах в пределах населенных пунктов.

«ГОСТ Р 50597-93. Государственный стандарт Российской Федерации. Автомобильные дороги и улицы. Требования к эксплуатационному состоянию, допустимому по условиям обеспечения безопасности дорожного движения»:

4.6.3. Доля действующих светильников, работающих в вечернем и ночном режимах, должна составлять не менее 95 %.

4.6.4. Допускается частичное (до 50 %) отключение наружного освещения в ночное время в случае, когда интенсивность движения пешеходов менее 40 чел./ч и транспортных средств в обоих направлениях — менее 50 ед./ч.

4.6.5. Отказы в работе наружных осветительных установок, связанные с обрывом электрических проводов или повреждением опор, следует устранять немедленно после обнаружения.

Проблемы организации уличного освещения. Сети уличного освещения, как правило, были общие и финансировались по остаточному принципу, что привело к их неизбежному обветшанию. Где-то ликвидировались градообразующие предприятия, лесопункты — собственники электрических сетей и уличного освещения.

Часто уличное освещение выполнялось без проекта. Светильники уличного освещения размещали на опорах воздушных линий электроснабжения, принадлежавших сетевой организации. В таких случаях при проведении работ сетевой организацией по замене старых опор на новые установленные элементы освещения без договорных обязательств демонтируются.

Безучетное потребление электроэнергии осветительных установок — бич многих деревень.

Устаревшие неэффективные технологии приводят к высоким затратам на эксплуатацию и оплату за электроэнергию, появлению задолженности.

Пути решения. Существующие реалии таковы, что часто администрации муниципальных образований не хватает квалифицированных сил для осуществления своих полномочий на высоком качественном уровне. Для этого им на помощь должны прийти сетевые организации для выполнения инвентаризации технического состояния уличного освещения.

Администрациям муниципальных образований рекомендуется проработать вопрос заключения договоров аренды (соглашений и др.) опор воздушных линий сетевых организаций для размещения светильников уличного освещения.

Кроме того, предлагается рассмотреть возможность реконструкции сетей уличного освещения в рамках проводимой работы по энергосбережению:

1) льготного финансирования в соответствии с приказами Службы Республики Коми по тарифам от 15.04.2015 № 23/1 «Об утверждении Правил предоставления внебюджетных средств, получаемых с применением регулируемых цен (тарифов), в качестве внебюджетного источника финансирования мероприятий по энергосбережению и повышению энергетической эффективности подпрограммы «Энергосбережение и повышение энергетической эффективности на территории Республики Коми» Государственной программы Республики Коми «Развитие строительства и жилищно-коммунального комплекса, энергосбережение и повышение энергоэффективности» и № 23/2 «Об утверждении порядка отбора энергосберегающих мероприятий (проектов), финансируемых в рамках подпрограммы «Энергосбережение и повышение энергетической эффективности на территории Республики Коми» Государственной программы Республики Коми «Развитие строительства и жилищно-коммунального комплекса, энергосбережение и повышение энергоэффективности» за счет внебюджетных средств, получаемых с применением регулируемых цен (тарифов)», в рамках которых по итогам соответствующего конкурсного отбора заявителю может быть предоставлено право на получение льготного займа для реализации энергосберегающего проекта [2];

2) механизма энергосервисного контракта в соответствии со ст. 21 Федерального закона № 261-ФЗ от 23.11.2009 «Об энергосбережении и о

повышении энергетической эффективности и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации» и с постановлением Правительства Российской Федерации от 18.08.2010 № 636 «О требованиях к условиям энергосервисного договора (контракта) и об особенностях определения начальной (максимальной) цены энергосервисного договора (контракта) (цены лота)». При этом необходимо отметить, что энергосервисным контрактом не предполагается дополнительное бюджетное финансирование для реализации энергосберегающих мероприятий [2].

Справочно: в Республике Коми, в процессе реализации вышеуказанных программ участвует Государственное бюджетное учреждение Республики Коми «Коми республиканский центр энергосбережения».

Выводы.

1. Организации электроэнергетики обеспечивают надежность электроснабжения населения на высоком уровне. Однако часто у населения складывается нелестное мнение об «электриках» по причинам «отсутствия света», при этом ответственность за уличное освещение несет администрация муниципальных образований.

2. Ремонт уличного освещения в населенных пунктах возможен в рамках мероприятий государственной программы энергосбережения при участии ГБУ РК «Центр энергосбережения».

3. Одним из этапов проекта «Ремонт уличного освещения» является техническое обследование существующей системы уличного освещения с участием квалифицированных специалистов — электриков.

Таким образом, субъектам электроэнергетики для поддержания положительного имиджа своих компаний рекомендуется оказать помощь администрациям муниципальных районов в проведении инвентаризации освещения улиц в населенных пунктах.

Библиографический список

1. Об общих принципах организации местного самоуправления в Российской Федерации [Электронный ресурс] : федер. закон от 06.10.2003 № 131-ФЗ : ред. 29.12.2017 // СПС «КонсультантПлюс».

2. Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации [Электронный ресурс] : федер. закон № 261-ФЗ от 23.11.2009 : ред. 29.07.2017 // СПС «КонсультантПлюс».

3. О стратегии социально-экономического развития Республики Коми на период до 2020 года [Электронный ресурс] : постановление правительства Республики Коми от 27.03.2006 № 45 : ред. 09. 11. 2017 // СПС «Гарант». — Режим доступа: <http://base.garant.ru/27320170/>.

4. Об утверждении Схемы и программы развития электроэнергетики Республики Коми на 2017 — 2021 г.г. [Электронный ресурс] : распоряжение Правительства Республики Коми от 28.04.2017 № 191-р // СПС «Гарант». — Режим доступа: <http://base.garant.ru/43339886/>.

УДК 621.311.019.3

Неотъемлемой частью при составлении перспективных балансов мощности и электроэнергии для единой энергетической системы (ЕЭС) России является задача оценки показателей их надежности. Она требует большого объема вероятностной информации о работе генерирующего и сетевого оборудования (нормы аварийности, ремонтов и т. п.). При этом возникает необходимость большого объема вычислений, результаты которых надо структурировать и представлять пользователю в простом и наглядном виде. Это обстоятельство приводит к созданию блока обработки ретроспективной информации. Возможности созданного комплекса показаны на примерах оценки показателей балансовой надежности применительно к специально разработанной модели расчетной схемы ЕЭС России.

Ключевые слова: электроэнергетическая система, показатели, балансовая надежность, генерирующие мощности, территориальные зоны.

М. Ю. Чукреев,
кандидат технических наук
(Сыктывкарский лесной институт)

**МЕТОДИКА И РЕЗУЛЬТАТЫ ОЦЕНКИ НАДЕЖНОСТИ
ЭНЕРГОСИСТЕМЫ ДЛЯ РАЗЛИЧНЫХ АЛГОРИТМОВ
АГРЕГИРОВАНИЯ НАБОРА ГЕНЕРИРУЮЩЕГО
ОБОРУДОВАНИЯ**

Введение. Вопросам разработки математических моделей исследования балансовой надежности многозонных (ранее многоузловых) ЭЭС при управлении их развитием посвящено достаточное число работ [1; 2]. На обеспечение должного уровня балансовой надежности электроэнергетических систем (ЭЭС) при любом принципе управления электроэнергетикой страны в основном влияют следующие факторы и случайные события:

- генерирующие мощности и их структура в отдельных территориальных зонах;
- технологические уровни пропускных способностей и экономически обоснованные величины балансовых перетоков по системообразующим связям;
- ценовые показатели зон оптового рынка электроэнергии и мощности;
- плановые ремонты оборудования (текущие, средние и капитальные);
- графики изменения нагрузок энергоузлов в разрезе года и суток;
- снижения генерирующей мощности отдельных ЭЭС и пропускной способности системообразующих связей из-за аварийных повреждений агрегатов электростанций и линий электропередачи;
- нерегулярные колебания нагрузки и ошибки прогнозирования спроса потребителей.

Одним из основных факторов, влияющих на показатели балансовой надежности ЭЭС, являются вероятностные характеристики располагаемой мощности. В течение расчетного периода времени происходят изменения генерирующей мощности из-за плановых и аварийных ремонтов основного оборудования, которые должны учитываться при определении показателей балансовой надежности ЭЭС.

Исходной вероятностно определенной информацией в задаче оценки показателей балансовой надежности ЭЭС являются данные о показателях готовности (аварийности), нормах на проведение капитальных и текущих ремонтов. Эти показатели можно определить только в результате обработки ретроспективной информации о работе генераторов за достаточно большой промежуток времени (для репрезентативности результата от трех лет и более). Ранее в СССР такая работа проводилась регулярно, а ее результаты были сведены в соответствующих справочниках [3]. В настоящее время такие работы не проводятся, но имеется статистика в генерирующих компаниях о работе каждого генератора за несколько последних лет. Введение рыночных отношений привело к увеличению размерности расчетной схемы до 70—80 территориальных зон (зона внутри которой нет ограничений по пропускной способности связей) вместо шести в бывшем СССР, что привело к большему дроблению генерирующего оборудования, а соответственно, увеличению дифференцируемости генераторов. Это приводит к необходимости коррекции используемых ранее подходов к эквивалентированию генерирующего оборудования в модели генерирующей мощности.

1. Модель генерирующей мощности территориальной зоны ЭЭС.

Генерирующие агрегаты представляют собой сложный элемент ЭЭС; кроме полного отказа (прекращение выдачи мощности), они могут переходить в состояние частичного отказа, продолжая работать, но с пониженной мощностью. Кроме того, агрегаты могут периодически останавливаться для проведения плановых ремонтов. Наиболее важными характеристиками, необходимыми для модельного, вероятностного описания генерирующей части ЭЭС, являются показатели интенсивности отказа λ и восстановления μ , а также полученные на их основе вероятности отказа q и работоспособного состояния p агрегатов.

Если предположить, что для описания процесса службы агрегата справедлива надежность модель с двумя состояниями (отказ, работа), то вероятность отказа может быть определена выражением:

$$q = \frac{\lambda}{\lambda + \mu} \approx \frac{T_{\text{в}}}{(T_{\text{п}} + T_{\text{в}})} \quad (1)$$

где $T_{\text{в}}$, $T_{\text{п}}$ — соответственно число часов вынужденного простоя и работы агрегата.

Основу методики оценки показателей балансовой надежности как концентрированной ЭЭС, так и многозонной, в которой концентрированная ЭЭС является территориальной зоной, составляют вероятностные характеристики величин мощностей, находящихся в аварийном простое. Эти характеристики в работах [1; 2] были названы вероятностными рядами аварийного снижения генерирующей мощности.

В настоящее время нет каких-либо ограничений вычислительного характера для введения различного рода упрощений [1], поэтому их формирование заключается в последовательном разложении бинома:

$$(p_i + q_i)^{n_i}, \quad (2)$$

где n_i — число однотипных (однородных) агрегатов i -й группы.

Если концентрированная ЭЭС (территориальная зона многозонной ЭЭС) состоит из m групп однотипных агрегатов с количеством агрегатов в каждой группе n_1, n_2, \dots, n_m , то вероятности различных состояний агрегатов, вызванных их аварийными выходами, могут быть получены из разложения биномиального выражения:

$$(p_1 + q_1)^{n_1} \cdot (p_2 + q_2)^{n_2} \cdot \dots \cdot (p_i + q_i)^{n_i} \cdot \dots \cdot (p_m + q_m)^{n_m} = 1 \quad (3)$$

Для определения вероятностей аварийного снижения генерирующей мощности концентрированной (территориальной зоны) ЭЭС необходимо суммировать вероятности состояний, соответствующие одним и тем же значениям снижения генерирующей мощности при разложении биномиального выражения (3). Для упрощения вычислительного процесса необходимо заранее выбрать некоторую расчетную ступень мощности ε , например равную мощности наименьшего агрегата, чтобы единичные мощности ΔG других агрегатов системы были кратны ей.

Процесс вычисления вероятностей аварийного снижения генерирующей мощности заключается в следующем. Для первой группы однотипных агрегатов системы определяются вероятности $S_{j\Delta G}^{1a}$, $j = 0, 1, 2, \dots, n_1$, соответствующие безаварийной работе агрегатов ($j = 0$) и аварийному выходу j -го числа агрегатов с единичной мощностью ΔG . Члены ряда легко определяются рекуррентными выражениями:

$$\{S_{j\Delta G}^{1a}\} = \begin{cases} (1 - q_1)^{n_1}, & \text{при } j = 0 \\ \frac{n_1 - j + 1}{j} \cdot \frac{q_1}{1 - q_1} \cdot S_{(j-1)\Delta G}^{1a}, & \text{при } j = 1, 2, \dots, n_1 \end{cases} \quad (4)$$

Если концентрированная (территориальная зона) ЭЭС включает в себя одну группу агрегатов, то ряды вероятностей аварийного снижения мощности $\{S_{j\Delta G}^{1a}\}$ являются искомыми. В противном случае рассматривается вторая группа агрегатов ($i = 2$) и для нее по выражению (4) вычисляются

ряды вероятностей $\{S_{j\Delta G}^{2\alpha}\}$. По единичной мощности агрегатов ΔG рассматриваемых групп производится упорядочивание рядов вероятностей. Это достигается введением во вновь полученные ряды $\{S_{j\Delta G}^{2\alpha}\}$ нулевых значений вероятностей для уровней снижения мощности, которые оказываются меньше единичной мощности агрегатов предыдущей группы.

После упорядочивания рядов вероятностей для рассмотренных двух групп агрегатов производится их перемножение. В результате перемножения рядов вероятностей для двух групп агрегатов каждый вновь полученный член результирующего ряда характеризуется двумя показателями — вероятностью существования S и величиной мощности (нижний индекс у значения вероятности). Сумма нижних индексов характеризует состояние, соответствующее снижению генерирующей мощности в ЭЭС на данную величину, а произведение вероятностей с одинаковым индексом снижения генерирующей мощности представляет собой результирующую вероятность этого состояния для рассмотренных двух групп агрегатов ЭЭС. Если число групп агрегатов в ЭЭС больше двух, то аналогично по выражению (4) производится вычисление ряда вероятностей для следующей третьей группы. Затем производится его упорядочивание и перемножение с результирующим рядом вероятностей предыдущих двух групп. Такой процесс заканчивается, когда будут рассмотрены все m групп однотипных агрегатов системы.

Видно, что процесс вычисления рядов вероятностей аварийного снижения генерирующей мощности, довольно легко алгоритмизируется. Тем не менее их получение для реального состава генерирующего оборудования ЭЭС встречает некоторые трудности, связанные как с быстродействием, так и с объемом оперативной памяти ЭВМ.

2. Эквивалентирование генерирующего оборудования. Для построения достаточно точных рядов вероятностей аварийного снижения генерирующей мощности [1] необходимо введение понятия степени генерирующей мощности ε , кратной всем единичным мощностям ΔG агрегатов ЭЭС. Поэтому естественным упрощением построения рядов вероятностей является сведение реально существующего оборудования ЭЭС к некоторому «агрегированному» с единичной мощностью ΔG , кратной заранее выбранной степени мощности ε , и превышающей мощность наименьшего агрегата.

Двухэтапный процесс эквивалентирования состоит, во-первых, в построении линейки генерирующих мощностей с j количеством диапазонов, кратных заранее выбранному шагу ε . Мощности в ней не привязываются к реальным мощностям генераторов системы ($P_{\text{эКВ}j}$). Происходит агрегирование генераторов по диапазонам $(i^* \varepsilon - \varepsilon/2) < i^* \varepsilon \leq (i^* \varepsilon + \varepsilon/2)$, где i изменяется от 1 до j . Во-вторых, определяются показатели готовности, нормы на проведение капитальных и текущих ремонтов для генераторов одного ти-

па. В ходе анализа было выявлено, что незначительное влияние на результирующие ряды вероятностей аварийного выхода агрегатов территориальных зон ЭЭС и, следовательно, на показатели их балансовой надежности достигается при агрегировании генераторов с разницей по аварийности в пределах 30 %. В процессе этого этапа нормы аварийности агрегатов формируются согласно формуле

$$q_{эквj} = \frac{\sum_{i=1}^n q_i \cdot P_i}{P_{эквj}},$$

где $q_{эквj}$ — норма аварийности для выбранной эквивалентной мощности $P_{эквj}$; q_i и P_i — нормы аварийности и мощности i агрегата, входящего в j -ю группу.

Аналогично выполняется уточнение норм на проведение капитальных и текущих ремонтов.

Приведем пример подобного агрегирования. В первой трети табл. 1 приведен набор генераторов одной из зон. Установленная мощность составляет 2225 МВт, математическое ожидание 274,99. На первом этапе строится линейка генерирующих мощностей с шагом ε . На втором этапе группируются агрегаты в пределах выбранных диапазонов. В таблице это генераторы 1 и 2, 4 и 6, 7 и 8. Причем агрегирование 4 и 6 можно проводить сразу (табл. 1 — последняя треть), а четырех других после приведения их к заданному шагу расчета ε (табл. 1 — вторая часть). В результате эквивалентирования в зоне получается новая группа генераторов с установленной мощностью 2225 МВт и математическим ожиданием 275,223 (на 0,08 % отличается от исходного ряда). Количество групп генераторов при этом снижается в среднем в три раза, что существенно ускоряет процесс построения рядов вероятностей снижения располагаемой мощности из-за вывода в аварийный ремонт генерирующего оборудования.

Таблица 1. Процесс эквивалентирования

№	Мощность	Норма			Кол-во	Тип
		аварийный	капитальный	текущий		
1	2	3	4	5	6	7
1	640	0,11	155	0,027	1	ГЭС
2	640	0,129	184	0,019	1	ГЭС
3	280	0,378	40	0,204	1	ТЭЦ
4	100	0,027	48	0,073	1	ТЭЦ
5	100	0,088	51	0,115	1	ТЭЦ
6	100	0,021	35	0,042	1	ТЭЦ
7	50	0,008	12	0,074	4	ТЭЦ
8	55	0,006	8	0,042	3	ТЭЦ

1	2	3	4	5	6	7
Приводим к заданному шагу ε						
1	650	0,1083	152,5	0,0266	1	ГЭС
2	650	0,127	181,1	0,0187	1	ГЭС
3	275	0,3849	40,73	0,2077	1	ТЭЦ
4	100	0,027	48	0,073	1	ТЭЦ
5	100	0,088	51	0,115	1	ТЭЦ
6	100	0,021	35	0,042	1	ТЭЦ
7	50	0,0088	13,2	0,0814	4	ТЭЦ
8	50	0,0066	8,8	0,0462	3	ТЭЦ
Эквивалентирование						
1	650	0,1177	167	0,023	2	ГЭС
2	275	0,3849	40,73	0,2077	1	ТЭЦ
3	100	0,024	41,5	0,058	2	ТЭЦ
4	100	0,088	51	0,115	1	ТЭЦ
5	50	0,0079	11	0,066	7	ТЭЦ

3. Сравнительные результаты различных видов агрегирования

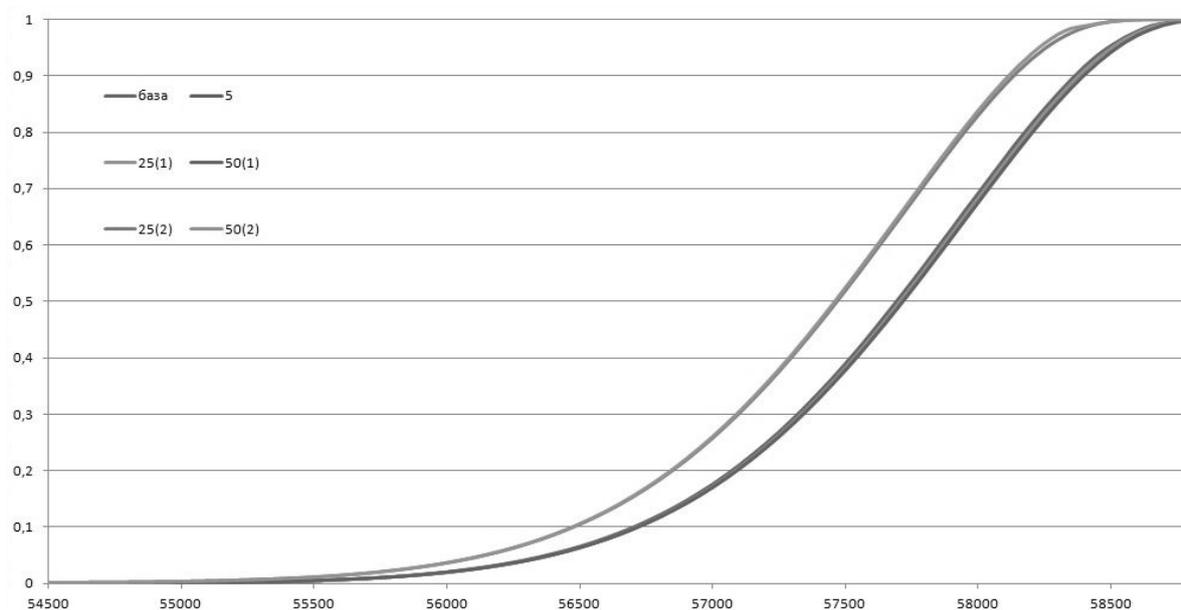
Рассмотрим две разнородные по составу зоны. Первая имеет установленную мощность в 58790 МВт и включает большой набор различного генерирующего оборудования мощностью от 1200 до 1,1 МВт. Вторая зона состоит по большей части из генераторов 200—420 МВт и малой мощности (10—80 МВт) с общей установленной мощностью 1990 МВт.

На рисунке изображены функции снижения генерирующей мощности для первой зоны. Исходный вариант обозначен сплошной линией с обозначением «база». Варианты обработки исходного набора генерирующего оборудования указаны в скобках цифрами 1 и 2 (1 — предложенный вариант, 2 — метод двух моментов [2]). Величины перед скобками показывают шаг ε для которого проводилось эквивалентирование.

Видно, что предложенный вариант очень близок к эталонному, чего нельзя сказать о варианте два, где расхождение порой достигает 46 %.

Рассмотрим влияние агрегирования на показатели надежности. В качестве величин, относительно которых производится сравнение, будем использовать интегральную вероятность появления дефицита мощности (J_d) в системе и уровень резерва в зоне. Табл. 2 демонстрирует минимальные изменения нагрузки (0,1 %) и интегральной вероятности появления дефицита мощности (1,25 %) в системе при переходе от исходного ряда генерирующего оборудования к обработанному при кратности расчетного шага в 5 МВт, при дальнейшем увеличении шага погрешность незначительно возрастает (0,8 и 4,02 % соответственно). При этом предложенный алгоритм агрегирования ухудшает эту картину не более чем в 1,66 раза для относительных величин, в то время как второй метод показывает результаты за-

метно худшие (8,5 и 29,3 % соответственно). Следует заметить, что при определении показателя J_d использовался усредненный график нагрузки ЕЭС России. При выборе иных графиков результаты могут отличаться.



Функций вероятностей снижения генерирующей мощности

Таблица 2. Процент изменения нагрузки/ J_d в зоне по отношению к исходному для различного уровня резерва

Шаг мощности	Процент изменения нагрузки/ J_d по отношению к исходному для уровня резерва в зоне, %					
	1			2		
	4 %	7 %	10 %	4 %	7 %	10 %
5	-0,1/-1,25	-0,04/-0,01	-0,04/-0,001	0,07/-0,96	0,07/-0,68	0,08/-0,42
25 (1)	-0,15/-1,74	-0,12/1,75	-0,12/-0,001	0,07/2,14	0,15/-1,27	0,08/-0,71
25 (1) эквив.	0,18/-1,6	0,2/-2,02	0,2/0,001	0,07/3,17	0,15/-0,86	0,08/-1,02
25 (2)	4,5/7,1	4,8/8,7	4,8/7,5	4,7/9,1	4,9/10,8	4,8/11,3
50 (1)	0,78/-1,55	0,8/-1,82	0,8/0,001	-0,1/0,86	0,01/2,3	-0,05/2
50 (1) эквив.	0,78/-1,96	0,8/0,001	0,8/0,001	-0,1/0,96	0,01/2,43	-0,05/2,22
50 (2)	4,9/9,7	5,3/11,2	5,0/11,0	5,3/10,5	5,9/13,9	5,9/13,0

Если посмотреть на фрагмент «хвоста» функций вероятностей снижения генерирующей мощности легко оценить погрешности, получаемые при моделировании случайных значений генерирующих мощностей различными алгоритмами агрегирования по отношению к эталонной. При одинаковых величинах аварийного резерва мощности 5—6 % различия составляют 0—10 и 150—250 МВт соответственно для первого и второго варианта агрегирования генерирующего состава оборудования, что в значительной степени скажется на показателях балансовой надежности ЭЭС.

Заключение. Во время постоянного роста вычислительных мощностей электронно-вычислительной техники пренебрегать повышением точности получаемого результата при минимальных дополнительных временных затратах нецелесообразно. Одним из наиболее простых способов добиться повышения точности показателей балансовой надежности является улучшение алгоритма эквивалентирования генерирующего состава оборудования. Исследования показали, что при использовании предложенного алгоритма падение точности относительно эталона не превышали 2 %, чего нельзя сказать про метод двух моментов, где для зон с малым разнородным составом оборудования ошибка достигала 29 %. На основе этих исследований данный алгоритм обработки генерирующего оборудования внедрен в программно-вычислительный комплекс «ОРИОН-М».

Библиографический список

1. Чукреев, Ю. Я. Модели обеспечения надежности электроэнергетических систем [Текст] / Ю. Я. Чукреев. — Сыктывкар : Коми НЦ УрО РАН, 1995. — 176 с.
2. Обоскалов, В. П. Надежность обеспечения баланса мощности электроэнергетических систем [Текст] / В. Б. Обоскалов. — Екатеринбург : ГОУ ВПО УГТУ—УПИ, 2002. — 210 с.
3. Справочник по проектированию электроэнергетических систем [Текст] / В. В. Ершевич [и др.]. — Москва : Энергоатомиздат, 1985. — 352 с.

УДК 621.311.019.3

Для современных условий развития электроэнергетики приведены проблемные аспекты нормирования балансовой надежности электроэнергетических систем. Рассмотрен исторический ракурс проблемы и показаны основные направления совершенствования нормативно-технических материалов.

Ключевые слова: электроэнергетическая система, показатели, балансовая надежность, нормирование надежности, резервирование.

Ю. Я. Чукреев,
доктор технических наук
(Сыктывкарский лесной институт)

НОРМИРОВАНИЕ БАЛАНСОВОЙ НАДЕЖНОСТИ В СОВРЕМЕННЫХ УСЛОВИЯХ ПЛАНИРОВАНИЯ ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ СИСТЕМ

1. История и текущее состояние проблемы. Задаче обеспечения балансовой надежности при управлении развитием электроэнергетических систем (ЭЭС) и Единой энергетической системы (ЕЭС) России в частности, всегда уделялось должное внимание при разработке стратегии развития электроэнергетической отрасли на перспективу от 5 до 20 лет. В 70-х годах прошлого столетия выстроилась достаточно строгая иерархическая система, в рамках которой были разработаны эффективные модели, позволяющие решать весь комплекс задач, связанных с управлением развитием энергосистем ЕЭС. В эту систему, помимо решения задач оптимизации перспективного развития генерирующих мощностей и основной электрической сети, входили и задачи оценки показателей балансовой надежности и обоснования средств их обеспечения [1].

Принятие решений по обоснованию средств обеспечения надежности в этой системе планирования осуществлялось на уровне отделений проектного института «Энергосетьпроект» и курировалось Министерством энергетики страны. Важно отметить, что именно этим институтом разрабатывались нормативы по обеспечению балансовой надежности ЕЭС страны, которые входили составной частью в нормативно-технические документы (НТД) — методические указания по проектированию энергосистем [2]. Для обоснования этих нормативов разрабатывалось специальное программное обеспечение. Такой подход позволял формировать резервы генерирующей мощности в объединениях ЭЭС на краткосрочный (5—7 лет) и долгосрочный (до 20 лет) периоды.

Приведенная организация работ по обоснованию средств обеспечения надежности в нашей стране очень близка к принятой в Единой ЭЭС Северной Америки. Этой работой в Северной Америке занимается Совет по на-

дежности — NERC (American Electric Reliability Corporation), который проводит ежегодный анализ балансовой надежности на перспективу от 2 до 10 лет. Он также разрабатывает обязательные стандарты надежности, в том числе и балансовой. Североамериканская школа по вопросам обеспечения балансовой надежности ЭЭС [3; 4], как и отечественная [5—7], имеет давние традиции. Можно сказать, что они развивались параллельно с учетом специфических особенностей электроэнергетической отрасли своих стран.

Реформирование электроэнергетики России, начатое в середине 90-х годов прошлого столетия, привело к снижению интереса к вопросам обеспечения балансовой надежности при рассмотрении вариантов развития ЭЭС России. Этому способствовало множество факторов: резкое, практически на треть, снижение электропотребления, изменение форм собственности, ухудшение качества управленческого персонала в электроэнергетической отрасли, закрытие отраслевых институтов и многое другое. В ФЗ «Об электроэнергетике» [8] в какой-то мере была восстановлена необходимость решения этой задачи. Вопросы обоснования средств обеспечения надежности были законодательно закреплены за ведущей в электроэнергетике организацией ОАО «СО ЭЭС».

С 2009 г. АО «СО ЭЭС» совместно с ПАО ФСК ЭЭС ежегодно выполняется работа «Схема и программа развития ЭЭС России на семилетний период» (в дальнейшем — СиПР). В 2010—2012 гг. АО «СО ЭЭС», привлекая специалистов в области надежности других организаций, были разработаны регламентирующие документы: проект технологических правил работы ЭЭС (правила технологического функционирования — ПТФ) и новые НТД. Именно в этих документах четко оговорено, что расчеты показателей балансовой надежности ЭЭС России должны проводиться для решения следующих задач:

- определения необходимых резервов мощности и запасов пропускной способности электрических сетей на 7-летний период (ежегодно);
- прогноза развития в рамках разработки Генеральной схемы размещения объектов энергетики на 15-летний период (один раз в 3 года).

При планировании развития ЭЭС страны в целом и ее объединенных ЭЭС во все времена разрабатывался и будет разрабатываться в будущем, так называемый баланс мощности [3]. Его форма включает две позиции:

- расходная часть «спрос» — нерегулярный максимум нагрузки, экспорт и нормируемый резерв мощности;
- приходная часть «покрытие» — установленная мощность за минусом неиспользуемой мощности, вводов мощности после прохождения максимума, недоиспользования мощности в период или после прохождения нерегулярного максимума нагрузки.

В расходную часть баланса мощности входит величина нормируемого резерва мощности, называемого полным резервом. Он условно подразде-

ляется на три составляющие: стратегический, ремонтный и компенсационный резервы мощности. Наибольшую сложность вызывает определение последней составляющей резерва, имевшего до последнего времени название оперативного резерва мощности. Так или иначе, этот резерв предназначен для компенсации внеплановых выводов в ремонт оборудования и случайных отклонений нагрузок от планируемых величин.

Ремонтный резерв мощности, в соответствии с НТД разных лет утверждения предназначен для компенсации мощности генерирующего оборудования электростанций, выводимого в плановый (средний, текущий и капитальный) ремонт. При принятии методического подхода по учету режима электропотребления в виде характерных суток декабрьского максимума нагрузки, длящегося весь год, условно принимается, что плановые средние и капитальные ремонты проводятся в периоды летного снижения нагрузки и могут не учитываться при оценке показателей балансовой надежности ЭЭС. При разработке НТД разных лет ремонтный резерв мощности определялся только нормами на проведение текущего ремонта, приведенными в справочной литературе, например, в [9].

Следует отметить, что с запуском в стране рынка мощности с 2008 г. нормы продолжительности и периодичности ремонтов, как и перспективные пятилетние планы ремонтов основного оборудования электростанций, утратили нормативную роль. В результате в современных рыночных условиях величина снижения для проведения плановых ремонтов в осенне-зимний период определяется не столько нормами на проведение ремонтов, сколько техническими и финансовыми возможностями энергокомпаний с учетом режимно-балансовой ситуации в энергосистеме и правилами оптового рынка электрической энергии (мощности).

В силу перечисленных причин необходима актуализация методических подходов к определению перспективной ремонтной составляющей резерва мощности, как компромисса между существовавшими ранее нормами, статистической информацией о проведении ремонтов, отражающей функционирование энергетики в последнее десятилетие, балансом между рыночными отношениями и техническими потребностями.

Введение в баланс мощности стратегического резерва обусловлено условиями обеспечения энергетической безопасности государства. В последней редакции НТД его назначение состояло в обеспечении баланса мощности из-за непредвиденных отклонений его составляющих от прогнозных величин, связанных с инерционностью энергетического строительства объектов, а также с объемами и темпами технического перевооружения оборудования электростанций, исчерпавшего свой ресурс.

Современное развитие экономики страны, внедрение новых энерготехнологий, сокращение сроков ввода нового и реконструкции действующего генерирующего оборудования и, наконец, имеющийся на протяжении

последних 25 лет значительный задел в избытках мощности в ЕЭС России ставит под сомнение необходимость поддержания стратегического резерва мощности в таких объемах.

Сложность определения нормативного резерва генерирующей мощности в основном связана с нахождением компенсационного резерва мощности, зависящего от множества случайных факторов и событий. Безусловно, все составляющие нормативного резерва генерирующей мощности влияют на показатели балансовой надежности. Однако только составляющая компенсационного резерва мощности носит вероятностный характер и зависит от случайных изменений нагрузки, генерации и пропускной способности электрических связей, а две другие составляющие запланированные детерминированные величины. Особенно важность этого момента проявляется при решении первой из перечисленных в конце предыдущего раздела задач балансовой надежности.

Действие случайных факторов и событий могут быть оценены определенными показателями надежности. Именно поэтому, в соответствии с [6], к задачам балансовой надежности ЭЭС, в том числе и при управлении развитии ЕЭС России, относятся лишь те, *решение которых связано с необходимостью*:

- учета анализа отказов из-за аварийных повреждений элементов системы (аварийная составляющая компенсационного резерва);
- учета нерегулярных колебаний и ошибок прогнозирования нагрузок (нагрузочная составляющая компенсационного резерва).

Развитие генерирующих источников и электрических связей, требует существенных финансовых затрат и обладает инерционностью. Это должно отражаться на уровнях резервирования, принимаемых при перспективном планировании развития энергосистем, а, следовательно, и на нормативных значениях принимаемых показателей балансовой надежности.

2. Показатели балансовой надежности. Выбирая показатели, характеризующие балансовую надежность ЭЭС, следует понимать, что их число по возможности должно быть минимальным и в то же время достаточным для принятия управленческих решений. Выбранные показатели балансовой надежности ЭЭС должны быть достаточно чувствительными к возмущениям, приводящим к снижению или увеличению надежности системы. В отечественных [5—7; 10 и др.] и зарубежных публикациях [3; 4 и др.] приведенным рекомендациям наиболее полно отвечают:

- вероятность бездефицитной работы территориальных зон ЭЭС ($\rho = 1 - J_d$), где J_d — интегральная вероятность появления дефицита мощности;
- среднее число дней дефицита мощности, в западной литературе носит название длительности потери нагрузки в сутках в год (*Loss of Load Expectation*) — *LOLE* [3];

– среднее число часов дефицита мощности в год, в западной литературе носит название длительность потери нагрузки в часах (*Loss of Load Hours — LOLH*).

В отечественной практике широко используется вероятностный показатель J_d [5; 7; 11], который определяется для всего множества возможных временных интервалов изменения нагрузки следующим выражением:

$$J_d = \sum_{i=1}^T Q_i \sum_{k=1}^N p_k (\bar{P}_{ik}^H - P_{ik}^H) = \sum_{i=1}^T \sum_{k=1}^N Q_i p_k (\bar{P}_{ik}^H - P_{ik}^H), \quad (1)$$

где $Q_i = 1/T$ — вероятность детерминированной ступени графика нагрузки, обычно равная $1/8760$; T — число ступеней графика нагрузки (8760 часовых изменений в год); \bar{P}_{ik}^H, P_{ik}^H — соответственно требуемая и обеспеченная имеющимися генерирующими мощностями и запасами пропускных способностей связей нагрузка k -го случайного состояния системы; p_k — вероятность k -го случайного состояния, в котором наблюдается дефицит мощности в рассматриваемой ОЭС или ее территориальной зоне, т. е. когда $\bar{P}_{ik}^H > P_{ik}^H$; N — количество случайных состояний, моделируемых на i -м интервале изменения нагрузки.

Определение показателей балансовой надежности в виде J_d осуществляется путем моделирования случайных состояний генерирующей мощности, вызванных аварийными выходами оборудования, для каждого часа суточного изменения нагрузки (24 ступени) по всем 365 суткам года или 250 рабочим дням. При определении этого вероятностного показателя балансовой надежности многозонной ЭЭС, как правило, используются формы представления режима электропотребления, приведенные на рис. 1, а.

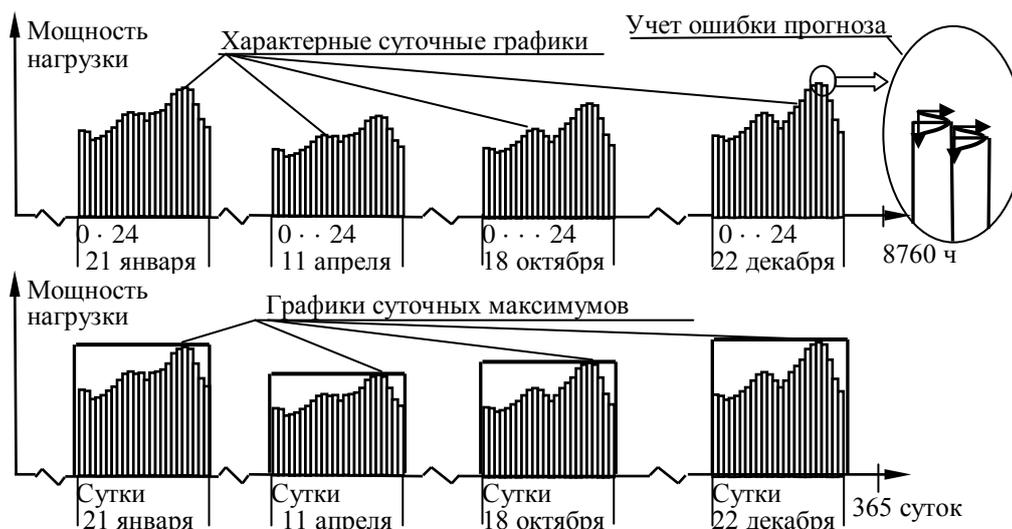


Рис. 1. Формы представления режима электропотребления
 а) часовые суточные графики 365 дней года,
 б) график суточных максимумов всех дней года

В зарубежной практике для оценки балансовой надежности в основном используются два вероятностных показателя балансовой надежности — *LOLE* и *LOLN*. Определение показателя *LOLE* связано с моделированием случайных состояний генерирующей мощности не для каждого часа суточного изменения нагрузки, а только для его пикового максимального значения [3] (одна ступень суточного графика) по всем 365 суткам года (рис. 1, б). Определение показателя *LOLN* в значительной степени совпадает с определением отечественного показателя J_d .

3. Влияние различных факторов на принимаемые решения при подготовке НТД. Уже отмечалось, что практически во всех НТД задача определения величины компенсационного резерва мощности осуществлялась силами ОАО «Институт Энергосетьпроект» с привлечением специалистов ИЭС и ЭПС Коми НЦ УрО РАН. Известно, что показатели балансовой надежности ЭЭС зависят в основном от влияния перечисленных ниже условий и факторов, носящих, в том числе и вероятностно определенный характер:

- модель расчетной схемы ЭЭС России с выделенными территориальными зонами и связями их соединяющими;
- располагаемые мощности отдельных территориальных зон;
- структура генерирующих мощностей;
- плановые ремонты оборудования;
- снижение генерирующей мощности территориальных зон из-за аварийных повреждений агрегатов электростанций;
- регулярный и нерегулярный максимумы нагрузок территориальных зон и графики их изменения в разрезе года и суток;
- нерегулярные колебания нагрузки и ошибки прогнозирования спроса потребителей;
- запасы пропускной способности связей в нормальных и аварийных режимах между выделенными в модели расчетной схемы ЭЭС России территориальными зонами.

Совершенно очевидно, что все перечисленные выше факторы учитывались при оценке показателей балансовой надежности в процессе подготовки НТД по проектированию энергосистем разных годов выпуска. При этом следует понимать, что информационное наполнение задачи в современных условиях более адекватно отражает реально протекающие процессы. Это естественным образом должно отражаться на качестве принимаемых решений.

Модель расчетной схемы ЭЭС России. При обосновании долей резерва мощности в РТД в качестве модели расчетной схемы ЭЭС выступала схема с числом территориальных зон, равном числу объединенных ЭЭС (ОЭС). Ряд ОЭС представлялся двумя территориальными зонами, но в любом случае расчетная схема не превышала 10 территориальных зон. В ус-

ловиях формирования долей резерва в редакции РТД 2012 г. рассматривалась расчетная схема с 50-ю территориальными зонами, разработанная ОАО «Институт Энергосетьпроект» по заданию ОАО «СО ЕЭС». В последнее время специалистами службы перспективного развития ОАО «СО ЕЭС» для оценки показателей балансовой надежности применялись различные схемы ЕЭС России с числом территориальных зон от 56 до 102. Очевидно, что расчетная схема ЕЭС России влияет на показатели балансовой надежности и, следовательно, на величины компенсационного резерва мощности. Именно поэтому при выполнении работы «СиПР» необходимо проводить коррекцию величин компенсационного резерва территориальных зон, полученных на основе данных в виде долей процентов.

По пунктам *располагаемых мощностей отдельных территориальных зон и структуры генерирующих мощностей* в них значительных изменений в информационном наполнении задачи оценки показателей балансовой надежности не наблюдается.

По следующим двум факторам (*плановые и аварийные ремонты оборудования*) следует отметить положительную тенденцию к их реставрации в современных условиях специалистами АО «СО ЕЭС». Информационная обеспеченность генерирующих компаний позволяет произвести статистическую обработку информации о ремонтах и получить среднестатистические показатели норм плановых и аварийных ремонтов. Следует отметить, что если ранее подобная информация была доступна для широкого круга специалистов (справочники), то сегодня она доступна только для узкого круга специалистов АО «СО ЕЭС». По этому направлению, на наш взгляд, происходит тенденция завышения норм планового ремонта и, наоборот, занижения норм аварийного. Связано это с переводом генерирующими компаниями ряда аварийно выведенных агрегатов в категорию планового ремонта, а также наличием избыточных мощностей, которые позволяют проводить ремонты в зимние периоды времени прохождения максимальных нагрузок.

Следующие два пункта касаются моделирования режимов электропотребления (*графики нагрузок, их нерегулярные колебания и ошибки прогноза*). Для оценки показателей балансовой надёжности при обосновании компенсационного резерва мощности используется понятие почасового графика нагрузки территориальной зоны характерного зимнего рабочего дня, при условии его распространения только на рабочие дни года (250 суток). Это делается условно. За рубежом применяется такая же практика, только используются не суточные графики, а максимальные нагрузки всех суток года (365 значений). В качестве максимума нагрузки в нашей стране используется так называемый «регулярный максимум» — среднее значение нагрузки в течение часа максимального электропотребления.

Нерегулярный максимум нагрузки определяется значениями нерегулярных колебаний, которые принято подчинять нормальному закону рас-

пределения. По последним исследованиям специалистов АО «СО ЕЭС» нерегулярные колебания нагрузки в большой степени зависят от погодных условий и в значительной степени коррелированы между территориальными зонами. Это кардинально изменяет применяемый ранее подход к их моделированию. Ошибки прогноза регулярного максимума нагрузки принимаются также подчиненными нормальному закону распределения и зависят от горизонта планирования.

Последний пункт касается запасов *пропускной способности связей между территориальными зонами* модели расчётной схемы ЕЭС России. Сложность определения этих данных состоит в том, что модель расчётной схемы ЕЭС для оценки показателей балансовой надёжности не всегда реально отражает существующие процессы, здесь всегда присутствует определённая погрешность. В тоже время без формирования модели расчётной схемы ЕЭС задачу оценки показателей балансовой надёжности на реально существующих схемах реализовать невозможно.

Библиографический список

1. Волков Э. П. Управление развитием и функционированием электроэнергетики в условиях формирования рыночных отношений [Текст] / Э. П. Волков, В. А. Баринов // Изв. РАН. Энергетика, 2002. — № 5. — С. 37—48.
2. Методические указания по проектированию развития энергосистем [Электронный ресурс] : утв. приказом Минэнерго России от 30 июня 2003 г., № 281 // СПС «КонсультантПлюс».
3. Billinton, R. Power System Reliability Evaluation [Text] / R. Billinton. — New York ; London ; Paris : Gordon and Breach Science Publishers, 1970. — 299 p.
4. Billinton, R. Reliability Assessment of Electric Power Systems Using Monte Carlo Methods [Text] / R. Billinton, W. Li. — New York ; London : Plenum Press, 1994. — 351 p.
5. Волков, Г. А. Оптимизация надёжности электроэнергетических систем [Текст] / Г. А. Волков. — Москва : Наука, 1986. — 116 с.
6. Руденко, Ю. Н. Надёжность систем энергетики [Текст] / Ю. Н. Руденко, И. А. Ушаков. — Москва : Наука, 1986. — 252 с.
7. Чукреев, Ю. Я. Модели обеспечения надёжности электроэнергетических систем [Текст] / Ю. А. Чукреев. — Сыктывкар : Коми науч. центр УрО РАН, 1995. — 176 с.
8. Об электроэнергетике [Электронный ресурс] : федер. закон Рос. Федерации от 26.03.2003 г. № 35-03 // СПС «КонсультантПлюс».
9. Справочник по проектированию электроэнергетических систем [Текст] / В. В. Ершевич [и др.] ; под ред. С. С. Рокотяна, И. М. Шапиро. — Москва : Энергоатомиздат, 1985. — 352 с.
10. Чукреев, Ю. Я. Модели оценки показателей балансовой надёжности при управлении развитием электроэнергетических систем [Текст] / Ю. Я. Чукреев, М. Ю. Чукреев. — Сыктывкар : Коми НЦ УрО РАН, 2014. — 207 с.
11. Маркович, И. М. Режимы энергетических систем / И. М. Маркович. — Москва : Энергия, 1969. — 351 с.

УДК 621.31

Рассмотрены вопросы развития энергетики в России и в Республике Коми с 1917 г. до наших дней, перспективы развития энергетики в сельском хозяйстве.

Ключевые слова: электроэнергия, электроустановка, Коми Республика, мощность, электростанция, энергосистема, возобновляемые источники энергии (ВИЭ), системы автономного электроснабжения (САЭ), систем бесперебойного электроснабжения (СБЭ).

Л. Л. Ширяева,
кандидат геолого-минералогических наук, доцент
(Сыктывкарский лесной институт)

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ В СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ

До Октябрьской революции 1917 г. Россия по вырабатываемой электроэнергии занимала 15 место в мире. Все электростанции России вырабатывали менее 2 млрд кВт · ч. Но уже к 1953 г. в СССР электрифицировано более 20 % колхозов, 95 % МТС, 90 % совхозов. Общая мощность всех сельских электроустановок соответствовала 1,5 млн кВт. К этому времени в СССР более 100 районов имели полную электрооснащенность. Электричество использовали при выращивании рассады в теплицах, выращивании животных, птицы, механизировали производственные процессы на току, складах сельскохозяйственной продукции, в мастерских по ремонту техники, что значительно увеличивало производительность труда.

В Коми крае первая электроустановка появилась в Ижемском районе «электростанция Филипповых». В Усть-Сысольске в июне 1919 г. уездный исполком принял решение о строительстве электростанции. В мае 1920 г. электростанция была введена в эксплуатацию, но электричество поступало только в госучреждения, а к 1923 г. в связи с расширением электростанции и увеличением электрических сетей электроэнергия поступила в дома местных жителей по улицам: Набережной, Советской, Республиканской, Коммунистической, Рабочей и Трудовой. В 1925 г. на реке Нювчим была построена первая гидроэлектростанция.

По состоянию на 01.01.2010 на балансе филиала ОАО «МРСК Северо-Запада» «Комиэнерго» имеется 4956,3 км ВЛ 35-110 кВ (протяженность по трассе) и 197 ПС 35—110 кВ установленной трансформаторной мощностью 3157,9 МВ · А. Количество подстанций: 220 кВ — 2 шт.; 110 кВ — 88 шт. Установленная мощность силовых трансформаторов ПС составляет: 220 кВ — 160 МВА; 110 кВ — 1832,5 МВА (по состоянию на 01.01.2010).

На начало 2010 г. в республике уже насчитывалось 1238 электростанций (включая дизельные электростанции и автономные резервные источ-

ники электропитания), что на 3 % больше, чем на начало 2009 г. Из общего количества электростанций 70 электростанций общего пользования, 523 принадлежали организациям промышленного производства, 223 — транспорта, 15 — сельского и лесного хозяйства, 91 — строительства, 316 — прочим хозяйствующим субъектам.

Общая установленная мощность станций — 2,5 млн кВт.

Основную долю производства электроэнергии (72 %) в Республике Коми осуществляли электростанций общего пользования, остальные электростанции небольшой мощности выработали 28 % электроэнергии.

Как видно из таблицы, на долю электростанций в сельском и лесном хозяйстве приходится менее 0,01%.

Распределение электростанций Республики Коми по категориям на 1 января 2010 г.

Наименование	Все электростанции			В том числе передвижные		
	число	мощность, тыс. кВт	выработано эл./энергии в 2009 г., млн кВт · ч	число	мощность, тыс. кВт	выработано эл./энергии в 2009 г., млн кВт · ч
Всего электростанций	1238	2523,4	9414,7	477	80,5	58,1
В том числе:						
общего пользования	70	1798,4	6775,6	18	2,1	—
при организациях сельского и лесного хозяйства	15	1,4	0,2	9	0,4	0,1
при организациях промышленного производства	523	611,1	2572,0	248	55,5	45,6
при строительных организациях	91	9,8	5,5	86	9,2	5,5
при транспортных организациях	223	82,6	53,2	33	8,5	—
прочие электростанции	316	20,1	8,2	83	4,8	6,8

В 2009 г. производство электроэнергии составило 9,4 млрд кВт · ч и снизилось на 0,9 % по сравнению с уровнем предыдущего года.

Максимальный в республике объем электроэнергии по-прежнему производился в Печоре (41 % от итогов 2009 г.), где ее выработка относительно 2008 г. увеличилась на 1 %. Также существенные объемы производились в Сыктывкаре (25 %, снижение на 4 %), Сосногорске (17 %, снизилось на 3 %) и Воркуте (13 %, снизилось на 3 %).

Коми энергосистема осуществляет централизованное электроснабжение потребителей на территории Республики Коми и части Ненецкого автономного округа [2].

На начало 2014 г. в Республике Коми имелось 1299 электростанций (включая дизельные электростанции и автономные резервные источники электропитания), из общего количества электростанций 81 — электростан-

ции общего пользования, 571 — электростанции, принадлежащие организациям промышленного производства, 247 — транспорта, 34 — сельского и лесного хозяйства, 57 — строительства, 309 — прочим хозяйствующим субъектам.

Общая установленная мощность станций — 2,46 млн кВт. Энергосистема Республики Коми осуществляет централизованное электроснабжение потребителей на территории Республики Коми и части Ненецкого автономного округа. Энергосистема Республики Коми входит в состав Объединенной энергосистемы Северо-Запада и находится в зоне диспетчерской ответственности филиала ОАО «СО ЕЭС» ОДУ Северо-Запада. Диспетчерское управление объектами электроэнергетики на территории Республики Коми осуществляет филиал ОАО «СО ЕЭС» «Региональное диспетчерское управление энергосистемы Республики Коми».

Энергетическая система Республики Коми представляет собой единый территориальный комплекс, имеющий электрические связи с энергосистемой Архангельской области по воздушным линиям (далее — ВЛ) 220 кВ Микунь — Урдома, ВЛ 110 кВ Жешарт — Яренск и с энергосистемой Кировской области по ВЛ 110 кВ Летка — Мураши.

Энергосистема Республики Коми состоит из пяти энергоузлов: Воркутинского, Интинского, Печорского, Ухтинского и Южного, соединенных системообразующими ВЛ 220 кВ протяженностью 930 км. По двум ВЛ 220 кВ Печора — Усинск — Возей/Газлифт — Северный Возей — Харьяга протяженностью порядка 300 км осуществляется электроснабжение нефтедобывающих районов севера Республики Коми и Ненецкого автономного округа.

Общая протяженность электрических сетей составляет: ЛЭП 220 кВ — 1,8 тыс. км, ЛЭП 110 кВ — 4,2 тыс. км, 35 кВ и ниже — более 19 тыс. км [3].

Энергосистема Республики Коми формально избыточна по электрической мощности: резерв составляет около 35 %, однако фактически мощность заперта в северной части энергосистемы за ВЛ 220 кВ Печорская ГРЭС — Зеленоборск. При этом Южный энергоузел Республики Коми является дефицитным. От 55 до 80 % нагрузки Южного энергоузла обеспечивает ТЭЦ ОАО «Монди СЛПК», от 40 до 70 % — ВЛ 220 кВ Ухта — Микунь [2].

По оперативным данным Филиала АО «СО ЕЭС» «Региональное диспетчерское управление энергосистемы Республики Коми» (Коми РДУ), потребление электроэнергии в энергосистеме Республики Коми в январе 2018 г. составило 858,7 млн кВт · ч, что на 1,9 % меньше объема потребления за аналогичный месяц 2017 г.

Выработка электроэнергии электростанциями энергосистемы Республики Коми в целом в январе 2018 г. составила 966,0 млн кВт · ч, что на 7,5 % больше, чем в январе 2017 г.

Выработка за январь 2018 г. по ТЭС составила 606,9 млн кВт · ч, что на 3,1 % меньше, чем в январе прошлого года, выработка электростанций промышленных предприятий 359,1 млн кВт · ч (на 31,8 % выше аналогичного показателя прошлого года).

Выдача электроэнергии из энергосистемы Республики Коми по межсистемным линиям электропередачи за январь 2018 г. составила 107,3 млн кВт · ч.

Максимум потребления мощности в январе 2018 г. в энергосистеме Республики Коми составил 1280,8 МВт, что ниже величины максимума потребления мощности в январе 2017 г. на 4,7 % и связано с уменьшением электропотребления крупных предприятий — АО «Воркутауголь», ООО «ЛУКОЙЛ-Коми» [1].

В 1983 г. автономные источники электроэнергии (АИЭ) были в основном исключены из системы электроснабжения сельскохозяйственного производства. К середине восьмидесятых годов интенсивно развиваются компьютерные системы связи и обработки информации, автоматические системы управления технологическими процессами и производственными комплексами, которые нашли применение и в сельском хозяйстве. Такие потребители являются потребителями первой категории электрической энергии. При росте уровня индустриализации производства сельскохозяйственной продукции, ущерб от перерывов в электроснабжении и снижения качества параметров электроэнергии неуклонно возрастает, в особенности на крупных предприятиях, где исключен ручной труд и все процессы механизированы. Перерывы в электроснабжении, изменения качества электроэнергии и связанные с ними нарушения технологии содержания животных оказывают влияние на их продуктивность (уменьшается удои коров, снижаются яйценоскость кур, среднесуточные привесы крупного рогатого скота и свиней и т. д.). Необходимы разработки новых методов, улучшения электроснабжения сельскохозяйственного производства. Это разработка и внедрение систем бесперебойного электроснабжения (СБЭ) в состав которых входят системы автономного электроснабжения (САЭ), выполненные с использованием как традиционных, так и возобновляемых источников электроэнергии (ВИЭ).

Проектированием САЭ занимается Российская академия сельскохозяйственных наук Министерство сельского хозяйства Российской Федерации, Государственное научное учреждение Всероссийский научно-исследовательский институт электрификации сельского хозяйства (ГНУ ВИЭСХ), Московский государственный агроинженерный университет им. В. П. Горячкина (МГАУ), ФГНУ «Российский научно-исследовательский институт информации и технико-экономических исследований по инженерно-техническому обеспечению АПК» (ФГНУ «РОСИНФОРМАГРОТЕХ») [4].

Использование возобновляемых источников энергии (ВИЭ) является одним из приоритетных направлений энергетической стратегии многих стран. На уровне 2005 г. доля «других ВИЭ», т. е. без гидроэнергии, в мировом балансе первичной энергии составляет 11 %, а с учетом ГЭС 13 %, в производстве электроэнергии доля «других ВИЭ» составляет около 2 %, а с учетом ГЭС около 18 %. Однако за последние 5 лет темпы роста возобновляемой энергии резко возросли. Причины такого явления довольно очевидны. Это:

- необходимость обеспечения для стран, не имеющих запасов органического топлива, хотя бы в перспективе, энергетической безопасности, т.е. снижения зависимости от импорта энергоресурсов, главным образом нефти и газа;

- экологическая чистота ВИЭ — отсутствие эмиссии углекислого газа и других вредных выбросов;

- неисчерпаемость ВИЭ на фоне явного истощения запасов нефти и газа;

- стремление крупных нефтяных, газовых и энергетических компаний деферсифицировать свой бизнес (BP, Shell, E.ON/Ruhrgas, Iberdrola и др.);

- доступность использования основных видов ВИЭ (солнце, ветер, биомасса, низкопотенциальное тепло);

- развитие наукоемких технологий.

Поясним один из приведенных выше факторов — экологический.

Ветроустановки, так же как и малая ГЭС и фотоэлектрическая станция мощностью 1 МВт, за год производят порядка 1,5—2 млн кВт · ч, тем самым предотвращается эмиссия углекислого газа по сравнению с топливной электростанции в следующих объёмах: на газе 0,8÷11 тыс. т, на нефтепродуктах 1,1÷1,5 тыс. т, на угле 1,7÷2,3 тыс. т. Особенно быстрыми темпами развивается ветроэнергетика мира. Так, годовой ввод мощности в 2000, 2005, 2006, 2007 гг. составил соответственно 3760, 11531, 15197, 20018 МВт. Установленная мощность ветростанций в мире в 2007 г. составила 94300 МВт. Введены в работу ветроустановки единичной мощностью 5 МВт. Общая эксплуатируемая мощность таких ветростанций 430 МВт.

С темпом от 30 до 50 % к предыдущему году развивается производство фотоэлектрических элементов и модулей. Включены в работу сетевые фотоэлектрические станции мощностью 5 МВт, а количество фотоэлектрических установок разного назначения превысило 10 млн ед. Площадь солнечных коллекторов (основа солнечных водонагревательных систем и установок) превысила 150 млн м².

Темпы роста мощности установок на базе остальных видов ВИЭ (биогаз, геотермальная энергия и др.) составляют от 6 до 15 %, т. е. также существенно выше, чем традиционных электростанций. За пять лет, с 2000

до 2005 г., производство топливного биоэтанола возросло с 8,1 до 15,1 млн т, т. е. почти удвоилось. Продолжает улучшаться экономика возобновляемой энергетики. Удельные капитальные вложения и себестоимость производства электроэнергии на базе ВИЭ снижаются, тогда как эти показатели традиционных тепловых электростанций повышаются [5].

Использование ВИЭ справедливо и для России. Только проблема энергетической безопасности (надежности энергоснабжения) трансформируется в энергобезопасность субъектов РФ, особенно тех, где имеются труднодоступные районы с автономным энергоснабжением, равно как и районы с неустойчивым электроснабжением, надежность электроснабжения которых зависит от экстремальных природных явлений.

Развитие возобновляемой энергетики для России — это шанс перехода от экспорта ресурсов к экспорту наукоемких изделий, это сохранение органического топлива для будущих поколений. Уже сейчас российское оборудование ни в чем не уступает оборудованию геотермальной энергетики, малой гидроэнергетики и солнечной энергетики зарубежных аналогов. Исключение составляют ветроустановки большой мощности (100 кВт и выше), развитие производства которых возможно на базе трансфера зарубежных технологий.

По наличию возобновляемых ресурсов Россия является уникальной страной, имеющей все виды возобновляемой энергетики.

Библиографический список

1. Системный оператор единой энергетической системы, Филиал АО «СО ЕЭС» ОДУ Северо-Запада, 2018 [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <http://so-ups.ru/index.php?id=830>.
2. Схема и программа развития электроэнергетики Республики Коми на 2011—2015 годы [Электронный ресурс] : утв. распоряжением Правительства Республики Коми от 29 апреля 2011 г. № 168-р. — Режим доступа: https://map.lenoblinvest.ru/upload/doc/SiPR_elektroenergetiki_LO_2017-2021.pdf.
3. Схема и программа развития электроэнергетики Республики Коми на 2016—2021 годы [Электронный ресурс] : утв. распоряжением Правительства Республики Коми от 29 апреля 2016 г. № 189-р. — Режим доступа: <http://docplayer.ru/29880321-Shema-i-programma-razvitiya-elektroenergetiki-respubliki-komi-na-gody.html>.
4. Безруких, П. П. О роли возобновляемых источников энергии в энергобалансах мира и России в XXI веке [Электронный ресурс] / П. П. Безруких // Энергообеспечение и энергосбережение в сельском хозяйстве : труды 6-й Междунар. науч.-техн. конф. (13—14 мая 2008 г., г. Москва, ГНУ ВИЭСХ) : в 5 частях. Ч. 1. Проблемы энергообеспечения и энергоснабжения. — Москва : ГНУ ВИЭСХ, 2008. — С. 61—65. — Режим доступа: <https://readera.ru/vieskh-agricultural-electric/2008-1>.
5. Власенко, Е. А. Автономная электроэнергетика сельского хозяйства: состояние и перспективы [Электронный ресурс] / Е. А. Власенко, Р. А. Сулейманов, А. А. Хамула // Ползуновский вестник. — 2011. — № 2/1. — С. 9—13. — Режим доступа: <http://docplayer.ru/47063623-Avtonomnaya-elektroenergetika-selskogo-hozyaystva-sostoyanie-i-perspektivy.html>.

УДК 621.311:004.8

Для оценки топологии электрической сети предложено разделить сеть на участки с привязкой к установленным в ней устройствам PMU. Для каждого участка сети использована своя нейронная сеть, входными переменными для которой являются векторные измерения, полученные от устройств PMU, расположенных на данном участке. Проведенные на тестовой модели исследования показали, что при делении системы на подсистемы погрешность определения топологии уменьшается.

Ключевые слова: топология электрической сети, искусственные нейронные сети, синхронизированные векторные измерения, локальные подсистемы.

Г. П. Шумилова,

кандидат технических наук, доцент;

Н. Э. Готман,

старший преподаватель

(Сыктывкарский лесной институт)

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТОПОЛОГИИ ЭНЕРГОСИСТЕМЫ БОЛЬШОГО МАСШТАБА НА ОСНОВЕ СИНХРОНИЗИРОВАННЫХ ВЕКТОРНЫХ ИЗМЕРЕНИЙ

Постановка задачи. Для управления электроэнергетической системой в реальном времени необходимо иметь достоверную информацию о топологии энергосистемы, об ее изменениях, оперативно формировать расчетную схему электрической сети.

Знание топологических изменений в случае отключения линии может иметь решающее значение для управления энергосистемой. Быстрое выявление таких изменений поможет предпринять действия для уменьшения рисков каскадных нарушений электроснабжения, которые, в свою очередь, могут привести к нарушениям электроснабжения в больших масштабах. Так, например, одной из основных причин катастрофического Северо-Восточного погашения в энергосистеме США и Канады в августе 2003 г. были недостоверные знания о топологии сети после первоначального отказа линии.

Топология электрической сети определяется по данным телесигналов о положениях выключателей или любых коммутирующих устройств, влияющих на соединения в сети, которая поступает по каналам телемеханики. В результате воздействия помех телесигналы могут быть искажены, что приводит к ошибкам в определении соединений компонентов сети, и как следствие, к неверным результатам расчета режима ЭЭС и принятию не правильных управляющих воздействий. В связи с этим контроль корректности топологии расчетной схемы является очень важным.

Для определения топологии электрической сети предложено разделить сеть на участки с привязкой к многоканальным устройствам векторных измерений PMU (Phasor Measurements Units). Многоканальные PMU

позволяют измерять вектор напряжения в узле и вектора тока во всех линиях, инцидентных узлу установки *PMU*. Для каждого участка сети использована своя (локальная) искусственная нейронная сеть (ИНС), входными переменными для которой являются векторные измерения, полученные от устройств *PMU*, расположенных только на данном участке. Такое деление обусловлено тем, что для энергосистем большого масштаба уменьшается размер ИНС, значительно упрощается процесс ее обучения, уменьшается погрешность в оценке топологии, появляется гибкость в отношении структурных изменений в энергосистеме.

В предыдущих работах авторов [1—4] все выбранные тем или иным способом параметры по энергосистеме (перетоки активной и реактивной мощностей, модули и фазы напряжения в узлах), были использованы в качестве входов единственной нейронной сети, структура которой представляет собой сеть прямого распространения. В данной работе предлагается всю энергосистему разделить на локальные подсистемы с привязкой к уже размещенным устройствам *PMU* (рис. 1), обозначенным красными треугольниками.

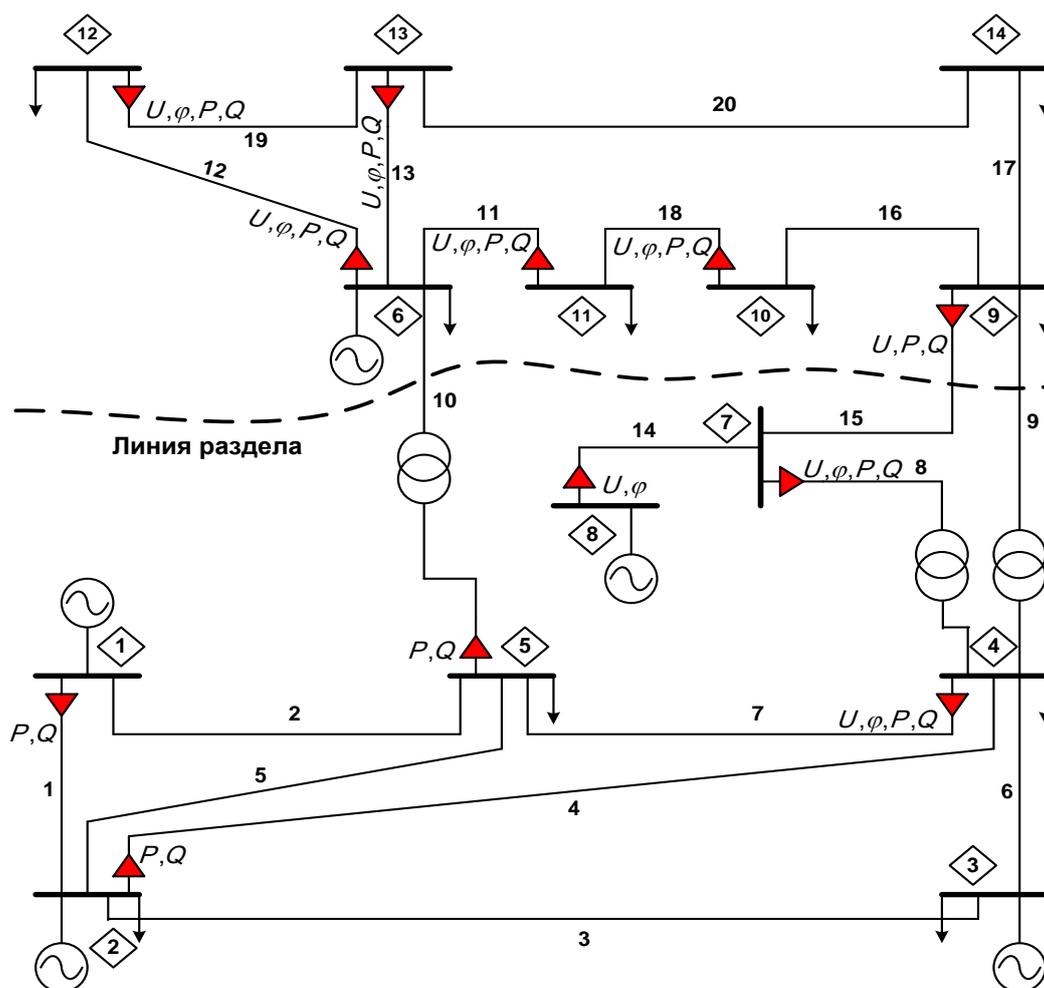


Рис. 1. Тестовая схема IEEE (14 узлов, 20 линий)

Деление системы на подсистемы мотивировано тем, что влияние изменения состояния выключателя (например, отключение линии) является наиболее сильным на небольшой локальной площади и исчезает с увеличением расстояния от выключателя. В связи с этим, информация о состоянии выключателя имеет относительно сильные локальные свойства, т. е. значения локальных электрических величин будут весьма информативными, в то время как некоторые дистанционные измерения будут менее значимыми.

Привязка к существующим устройствам *PMU*, предназначенным для решения других задач (например, оценивания состояния, оценки динамической надежности энергосистемы), производится с той целью, что экономически нецелесообразно размещать устройства *PMU* только для решения какой-то одной задачи.

Предлагается использовать оптимальную расстановку многоканальных *PMU*, полученную по условию надежности топологической наблюдаемости при отключении линии, которая и является решением на основе целочисленного программирования задачи [5].

Для обеспечения наблюдаемости ЭЭС при отключении линий необходимо, чтобы узлы, не имеющие *PMU*, за исключением висячих, наблюдались дважды. Авторами [5] указанная задача решается с учетом нулевых инъекций транзитных узлов. Полученная таким образом расстановка *PMU* обеспечивает наблюдаемость энергосистемы и дает возможность расчета с хорошей точностью всех параметров режима.

Моделирование режимов всей энергосистемы проводилось в среде MATLAB с использованием библиотеки программ электрических расчетов [6]. Подготовлено 200 наборов инъекций (суммы генерации и нагрузки в каждом узле) с диапазоном изменения инъекций на 25 % от базового набора, причем изменение для каждого узла определялось случайным образом. Для каждого набора инъекций отключались по одной все линии, кроме 14, чтобы не рассматривать случаи разделения энергосистемы. С каждым набором инъекций получено 19 режимов с одной отключенной линией и один режим со всеми линиями в работе, в сумме — 4000 образцов; из них 1000 образцов пошло на обучение ИНС, а 3000 — на тестирование.

Моделирование режимов подсистем проводилось так же, как и в предыдущем случае, в среде MATLAB с подготовленными 200 наборами инъекций для каждой подсистемы. С каждым набором инъекций получено 11 режимов с одной отключенной линией и один режим со всеми линиями в работе, в сумме — 2400 образцов для каждой из подсистем; из них 400 образцов пошло на обучение ИНС, а 2000 — на тестирование.

Конфигурация и входные параметры ИНС, используемой для определения топологии сети. Конфигурация ИНС, используемых для определения топологии электрической сети, представлена на рис. 2. Она одинакова как для энергосистемы в целом, так и ее подсистем, и представляет

собой трехслойный персептрон с разным количеством нейронов в слоях (табл. 1). Количество нейронов в выходном слое соответствует рассматриваемому количеству отключаемых линий в тестовой схеме.

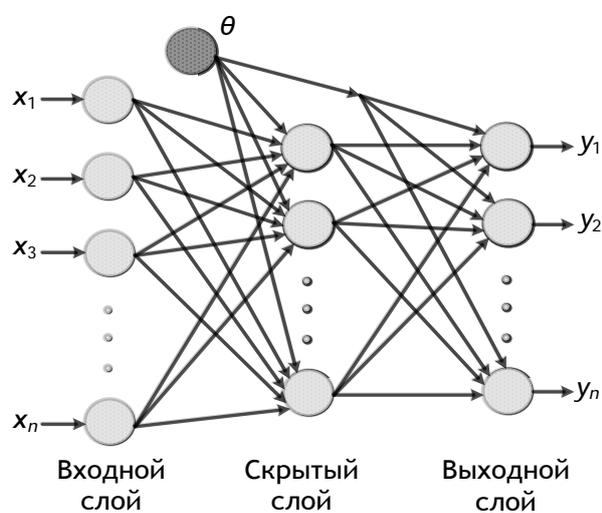


Рис. 2. Конфигурация искусственной нейронной сети

Результаты тестирования. В табл. 2 представлены результаты определения топологии электрической сети для случая всей энергосистемы с единственной ИНС и при делении энергосистемы на две подсистемы с отдельной ИНС в каждой, из которой видно, что при делении системы на подсистемы погрешность определения топологии уменьшилась (0,35 % и 1,45 % против 1,7 %).

В качестве входных данных ИНС использовались величина (U) и фаза (φ) напряжения в узлах и перетоки активной (P) и реактивной (Q) мощностей на одном из концов линий. На рис. 1, вблизи мест расположения PMU , обозначены используемые параметры от данного PMU (U, φ, P, Q).

На расчетные значения накладывались случайным образом следующие погрешности: на напряжение в пределах 0,5 %, на фазу напряжения — $\pm 0,5^\circ$, на перетоки мощности по линиям в пределах 1 %.

Таблица 1. Параметры нейронных сетей

Область применения ИНС	Количество нейронов		
	Входной слой	Скрытый слой	Выходной слой
Подсистема 1 (линии 1—10, 15)	23	10	11
Подсистема 2 (линии 9—13, 15—20)	26	10	11
Вся система	34	8	19

Таблица 2. Погрешность определения топологии

Область применения ИНС	Количество тестируемых образцов	Количество неправильно классифицированных образцов	Погрешность, %
Подсистема 1 (линии 1—10, 15)	2000	7	0,35
Подсистема 2 (линии 9—13, 15—20)	2000	29	1,45
Вся система	3000	51	1,70

При делении системы линии 9, 10 и 15 входят в обе подсистемы, поэтому необходимо определить, к какой части их отнести, чтобы получить

наименьшую погрешность. В данном случае эти линии можно включить как в первую, так и во вторую подсистемы, поскольку включение этих линий и в ту, и другую подсистемы не вносит дополнительных погрешностей.

Заключение. Предложенный подход для определения топологии ЭЭС при делении ее на подсистемы показал следующие положительные стороны. Во-первых, нет необходимости выбирать наиболее информативные входные переменные ИНС из всего множества доступных с целью уменьшения размерности вектора входных переменных, а, следовательно, и для уменьшения объема вычислений. При делении на подсистемы количество входных переменных и так невелико. Во-вторых, вполне удовлетворительная погрешность оценки топологии (не более 1,45 %). В-третьих, в случае структурных изменений в энергосистеме (например, подключение генератора или нагрузки), влияние будет оказано лишь на некоторые локальные ИНС, которые могут быть легко реструктурированы и переобучены.

При решении спорных вопросов — к какой подсистеме отнести тот или иной элемент системы, находящийся на границе — решение принимается по случаю с минимальной погрешностью.

Библиографический список

1. Шумилова, Г. П. Подходы к верификации топологии электрической сети на основе методов искусственного интеллекта [Текст] / Г. П. Шумилова, Н. Э. Готман, Т. Б. Старцева // Современные подходы к обеспечению надежности электроэнергетических систем / отв. ред. М. В. Хохлов. — Сыктывкар : Коми НЦ УрО РАН, г. Сыктывкар, 2014. — С. 111—118.
2. Готман, Н. Э. Применение нечетких нейронных сетей для верификации топологии электрической сети [Текст] / Н. Э. Готман, Г. П. Шумилова, Т. Б. Старцева // Методические вопросы исследования надежности больших систем энергетики. Вып. 65. Надежность либерализованных систем энергетики / отв. ред. Н. И. Воропай, А. Н. Назарычев. — Иркутск : ИСЭМ СО РАН, 2015. — С. 502—510.
4. Готман, Н. Э. Идентификация топологии электрической сети на основе искусственных нейронных сетей с использованием векторных измерений [Текст] / Н. Э. Готман, Г. П. Шумилова, Т. Б. Старцева // Методические вопросы исследования надежности больших систем энергетики. Вып. 66. Актуальные проблемы надежности систем энергетики / отв. ред. — Иркутск : ИСЭМ СО РАН, 2015. — С. 251—257.
5. Готман, Н. Э. Верификация топологии электроэнергетической системы на основе нечетких нейронных сетей [Текст] / Н. Э. Готман, Г. П. Шумилова, Т. Б. Старцева // Известия Коми научного центра УрО РАН, 2015. — № 4. — С. 70—78.
6. Хохлов, М. В. Унифицированный подход к оптимизации размещения РМУ в сети для обеспечения надежности наблюдаемости ЭЭС [Текст] / М. В. Хохлов, И. И. Голуб // Методические вопросы исследования надежности больших систем энергетики. Вып. 65. Надежность либерализованных систем энергетики / отв. ред. Н. И. Воропай, А. Н. Назарычев. — Иркутск : ИСЭМ СО РАН, 2015. — С. 591—601.
7. Хохлов, М. В. Пакет расширения Matlab для исследования электроэнергетических систем в установившихся режимах [Текст] / М. В. Хохлов // Информационные и математические технологии в науке, технике, медицине : сб. науч. тр. Всерос. конф. с межд. участием «Информационные и технологические технологии в науке, технике, медицине» (Томск, 2012). — Томск : Изд-во Томского политех. ун-та, 2012. — С. 106—109.

СЕКЦИЯ «ПРОМЫШЛЕННАЯ ТЕПЛОЭНЕРГЕТИКА»

УДК 621. 577

Произведено сравнение различных типов систем отопления для промышленного здания в условиях РК. Сравнение проводилось между обогревателями, которые можно использовать в качестве прямого электрического отопления, и различными системами отопления (дизельное, пеллетное, дровяное, угольное, электрическое). В результате сравнения были выявлены наиболее выгодные решения для отопления зданий.

Ключевые слова: энергоэффективность, отопительный период, удельный расход, теплопотери, котельная, затраты, окупаемость.

А. В. Андронов,
кандидат технических наук, доцент
(Сыктывкарский лесной институт)

ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ РАЗЛИЧНЫХ СИСТЕМ ОТОПЛЕНИЯ НА ОСНОВЕ ДАННЫХ ПО ЭКСПЛУАТАЦИИ В УСЛОВИЯХ РЕСПУБЛИКИ КОМИ

Один из важнейших параметров при выборе системы отопления — ее эффективность, которая складывается как из количества полезного тепла, вырабатываемого обогревателями, так и из снижения теплопотерь. Особенно вопрос снижения теплопотерь актуален для Республики Коми, где жилые здания имеют крайне высокий показатель энергоемкости.

Для экономии энергии необходимо или снижать теплопотери, или повышать эффективность отопительных приборов, а лучше применить комплексное решение — снижение теплопотерь и повышение эффективности отопительных приборов [1].

Теплопотери (или передача тепловой энергии через ограждающие конструкции) являются следствием процессов, описанных во втором законе термодинамики, согласно которому «тепловая энергия не может самопроизвольно переходить от тела менее нагретого к телу более нагретому» [2]. Процесс, при котором не происходит других изменений, кроме передачи теплоты от горячего тела к холодному, называется процессом Клаузиуса. Теплота может переходить самопроизвольно только в одном направлении: от более нагретого тела к менее нагретому, и такой процесс является необратимым.

В реальных условиях в прогретом помещении имеет место следующее распределение температур [3]:

$$T_{\text{внутр}} \geq t_{\text{ст}}^{\text{внутр}} \geq t_{\text{ст}}^{\text{внеш}} \geq T_{\text{внеш}} \quad (1)$$

где $T_{внутр}$ — температура воздуха внутри помещения; $t_{ст}^{внутр}$ — температура внутренней поверхности стены (ограждающей конструкции); $t_{ст}^{внеш}$ — температура внешней поверхности стены; $T_{внеш}$ — температура наружного воздуха.

Для того чтобы снизить количество тепловой энергии, передаваемой от нагретого воздуха внутри помещения во внешнюю среду (на улицу), необходимо повысить температуру внутренней поверхности стены таким образом, чтобы ее величина стала больше или равна температуре воздуха внутри помещения [4]:

$$T_{внутр} \leq t_{ст}^{внутр}$$

В этом случае нарушается неравенство (1), т. е. тепловая энергия «запирается» внутри помещения.

Одним из основных критериев выбора системы отопления является стоимость системы отопления, которая включает в себя как начальные затраты (стоимость покупки и монтажа), так и стоимость эксплуатации.

Эксплуатационные расходы — это затраты на электроэнергию и другие виды топлива, а также обслуживание системы. Поэтому при принятии решения, какую систему отопления купить, необходимо рассматривать оба параметра в комплексе.

Рассмотрим пять основных типов отопления и оценим их эффективность:

- 1) дизельное отопление;
- 2) пеллетное отопление;
- 3) дровяное и угольное отопление;
- 4) электрическое водяное отопление;
- 5) электрическое прямое отопление.

Для расчетов возьмем типовое промышленное здание площадью 160 кв. м и теплопотерями 16 кВт · ч.

Дизельное отопление. Теплотворность дизельного топлива — 12,4 кВт · ч/кг или 10,7 кВт · ч/л (1 л дизельного топлива — 0,86 кг).

Начальные затраты:

котел 20 кВт = 42 000 руб.;

горелка = 23 000 руб.;

топливный бак 1000 л = 11 500 руб.;

топливный насос с фильтром = 6 000 руб.;

арматура (трубы, краны, манометры, фильтры и пр.) = 23 000 руб.;

радиаторы 6 шт. = 33 800 руб.;

насос циркуляционный = 4 800 руб.;

расширительный бак = 2 000 руб.;

монтаж системы = 35 000 руб.

ИТОГО за оборудование (среднего класса без электроники) и монтаж дизельной системы: 181 100 руб.

Эксплуатационные расходы: одноконтурный котел 20 кВт · ч (КПД = 90 %, потери тепла в трубопроводе — 14 Вт/м, 100 м погонных труб отопления — 1 400 Вт). Мощность котла должна быть не менее

$$16 \text{ кВт}/0,90 + 1\,400 = 19,2 \text{ кВт} \cdot \text{ч}.$$

Расход дизельного топлива:

$$20/10,7 = 1,87 \text{ л/ч}.$$

Таким образом:

$$1,87 \text{ л/ч} \cdot 24 \text{ ч} \cdot 1 \text{ мес. (30 дней)} \cdot 32 \text{ руб./л} = 43\,085 \text{ руб./мес.}$$

ИТОГО эксплуатационные расходы при $t = -10^\circ\text{C}$ составят не менее 43 085 руб./мес.

Пеллетное отопление [4]. Теплотворность пеллет — 4,7 кВт · ч/кг (при влажности не более 10 % и хранении в теплом сухом месте).

Начальные затраты:

котел 20 кВт = 31 000 руб.;

бункер для пеллетов = 55 000 руб.;

горелка (Оекофен) = 15 000 руб.;

арматура (трубы, краны, манометры, фильтры и пр.) = 15 000 руб.;

радиаторы 6 шт. = 33 800 руб.;

монтаж системы = 35 000 руб.

ИТОГО за оборудование и монтаж пеллетной системы: 465 000 руб.

Эксплуатационные расходы: одноконтурный котел 20 кВт · ч (КПД = 90 %, потери тепла — 14 Вт/м, 100 м погонных труб отопления — 1 400 Вт). Мощность котла должна быть не менее:

$$16 \text{ кВт}/0,90 + 1400 = 19,2 \text{ кВт/ч}.$$

Расход пеллет:

$$20/4,7 = 4,25 \text{ кг/ч}.$$

Таким образом:

$$4,25 \text{ кг/ч} \cdot 24 \text{ ч} \cdot 30 \text{ дн.} \cdot 5,9 \text{ руб./кг} = 18\,054 \text{ руб./мес.}$$

ИТОГО эксплуатационные расходы при $t = -10^\circ\text{C}$ составят не менее 18 054 руб./мес.

Дровяное и угольное отопление. Теплотворность угля — 7,9 кВт · ч/кг при влажности 10—12 % и хранении в теплом сухом месте, теплотворность дров — 4,2 кВт · ч/кг. При уровне влажности 40 % теплопроводность падает до 2,52 кВт · ч/кг, а при 50 % влажности — до 2,14 кВт · ч/кг.

Начальные затраты:

котел 22 кВт = 54 700 руб.;

арматура (трубы, краны, манометры, фильтры и пр.) = 23 000 руб.;

радиаторы 6 шт. = 33 800 руб.;

насос циркуляционный = 4 800 руб.;

расширительный бак = 2 000 руб.;

монтаж системы = 35 000 руб.

ИТОГО за оборудование и монтаж системы на дровах и угле: 153 300 руб.

Эксплуатационные расходы: одноконтурный котел 22 кВт (КПД = 80 %, потери тепла — 14 Вт/м, 100 м погонных труб отопления — 1 400 Вт).

Мощность котла должна быть не менее:

$$16 \text{ кВт} / 0,80 + 1400 = 22 \text{ кВт} \cdot \text{ч}.$$

– Для угля:

$$22 / 7,9 = 2,78 \text{ кг} \cdot \text{ч}.$$

Таким образом:

$$2,78 \text{ кг/ч} \cdot 24 \text{ ч} \cdot 30 \cdot 5 \text{ руб./кг} = 10\,008 \text{ руб./мес.}$$

– Для дров:

$$20 / 4,2 = 4,76 \text{ кг/ч}.$$

Таким образом:

$$4,76 \text{ кг/ч} \cdot 24 \text{ ч} \cdot 30 \text{ дн.} \cdot 4 \text{ руб./кг} = 13\,708 \text{ руб./мес.}$$

ИТОГО эксплуатационные расходы при $t = -10 \text{ }^\circ\text{C}$: для угля — 10 008 руб./мес., для дров — 13 708 руб./мес.

При реальных условиях хранения дров на улице под навесом (при условии длительного хранения и хорошего проветривания) влажность составляет 25—30 %. В этом случае теплотворность составляет 3,4 кВт · ч/кг, а эксплуатационные расходы — 16 942 руб./мес.

Вышесказанное в полной мере относится и к углю. При реальных условиях хранения эксплуатационные расходы будут составлять 12 510 руб./мес.

Электрическое жидкостное отопление.Начальные затраты:

котел 20 кВт = 24 000 руб.;

арматура (трубы, краны, манометры, фильтры, радиаторы и пр.) = 23 000 руб.;

радиаторы 6 шт. = 33 800 руб.;

насос циркуляционный = 4 800 руб.;

расширительный бак = 2 000 руб.;

монтаж системы = 35 000 руб.

ИТОГО за оборудование (уровня ниже среднего) и монтаж электрической системы: 122 600 руб.

Эксплуатационные расходы: одноконтурный котел 20 кВт (КПД = 90 %, потери тепла — 14 Вт/м, 100 м погонных труб отопления — 1400 Вт). Мощность котла должна быть не менее:

$$16 \text{ кВт}/0,90 + 1400 = 19,2 \text{ кВт} \cdot \text{ч}.$$

1 кВт тепловой мощности в час стоит:

– тариф — день (16 часов): 2,85 руб./кВт · ч;

– тариф — ночь (8 часов): 1,85 руб./кВт · ч.

Средняя стоимость в сутки:

$$2,85 \cdot 0,66 + 1,85 \cdot 0,34 = 2,51 \text{ руб./кВт} \cdot \text{ч}.$$

Таким образом:

$$20 \text{ кВт/ч} \cdot 24 \text{ ч} \cdot 30 \cdot 2,51 \text{ руб./кВт} \cdot \text{ч} = 36 \text{ 144 руб./мес.}$$

ИТОГО эксплуатационные расходы при $t = -10 \text{ }^\circ\text{C}$ составляют 36 144 руб./мес.

Электрическое прямое отопление плитусными обогревателями.

Начальные затраты:

обогреватели мощностью по 0,6 кВт 16 шт. = 48 000 руб.

монтаж системы = 5000 руб.

ИТОГО за оборудование и монтаж электрической системы: 53 000 руб.

Эксплуатационные расходы: обогреватели будут работать на 100 % мощности, т. е. потреблять 9,6 кВт · ч.

1 кВт · ч стоит:

– день (16 часов) — 2,85 руб./кВт · ч;

– ночь (8 часов) — 1,85 руб./кВт · ч.

Средняя стоимость в сутки:

$$2,85 \cdot 0,66 + 1,85 \cdot 0,34 = 2,51 \text{ руб./кВт} \cdot \text{ч}.$$

Таким образом:

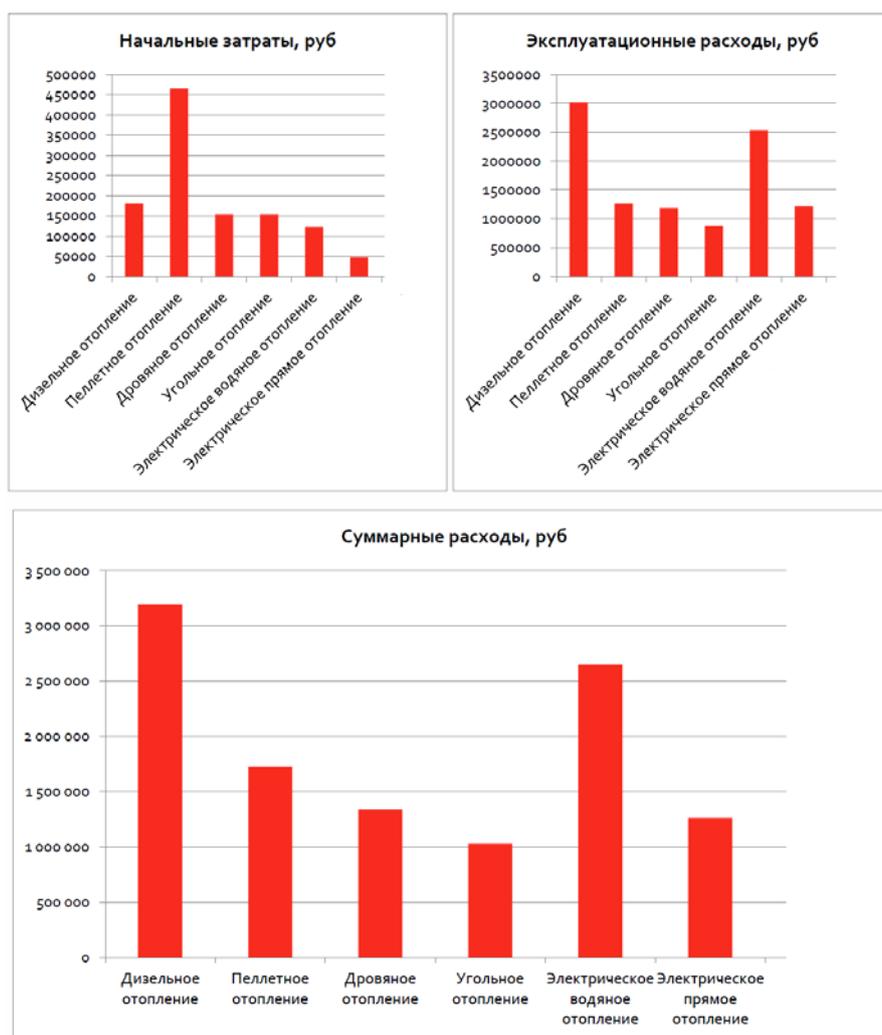
$$9,6 \text{ кВт} \cdot \text{ч} \cdot 24 \text{ ч} \cdot 30 \text{ дн.} \cdot 2,51 \text{ руб./кВт} \cdot \text{ч} = 17 \text{ 349 руб./мес.}$$

ИТОГО эксплуатационные расходы при $t = -10 \text{ }^\circ\text{C}$ составят 17 349 руб./мес.

Сравним реальную стоимость различных систем отопления (таблица и рисунок). Для этого рассчитаем суммарные эксплуатационные расходы на 10 лет с учетом 7-месячного отопительного сезона.

Сравнение систем отопления, руб.

Тип отопления	Начальные затраты	Эксплуатационные расходы		Суммарные расходы
		за месяц	за 10 лет	
Дизельное отопление	181 100	43 085	2 015 950	3 197 050
Пеллетное отопление	465 000	18 054	1 263 780	1 728 780
Дровяное отопление	153 300	16 942	1 185 940	1 339 240
Угольное отопление	153 300	12 510	875 700	1 029 000
Электрическое отопление:				
– водяное	122 600	36 144	2 530 080	2 652 680
– прямое	48 000	17 349	1 214 430	1 262 430



Сравнительные графики затрат и расходов

Библиографический список

1. Андронов, А. В. К вопросу повышения энергетической эффективности Народного хозяйства [Текст] / А. В. Андронов // Евразийский союз ученых. — 2015. — № 9 (18). — С. 5—8.
2. Андронов, А. В. К вопросу определения класса энергоэффективности жилых зданий [Электронный ресурс] // Февральские чтения : сб. матер. науч.-практ. конф.

ППС Сыктывкарского лесного института по итогам науч.-исследов. работы в 2015 г. — 2016. — С. 238—243.

3. Пути повышения энергоэффективности эксплуатируемых зданий [Текст] / В. И. Ливчак [и др.] // АВОК. — 2009. — № 5.

4. Леканова, Т. Л. Обоснование эффективности внедрения энергосберегающих технологий в индивидуальной системе теплоснабжения [Текст] / Т. Л. Леканова, А. В. Андронов // Современные проблемы науки и образования. — 2014. — № 6.

5. Леканова, Т. Л. Практические рекомендации по использованию отходов деревообработки для производства электроэнергии [Текст] / Т. Л. Леканова, А. В. Андронов // Фундаментальные исследования. — 2017. — № 10—2. — С. 239—244.

УДК 621.1

Рассматривается вопрос совместной выработки тепловой и электрической энергии (когенерации) на базе газотурбинных установок малой мощности.

Ключевые слова: когенерация, газотурбинная установка, теплоутилизатор.

С. К. Бушуев,
преподаватель
(Сыктывкарский лесной институт)

КОГЕНЕРАЦИЯ НА БАЗЕ ГАЗОТУРБИННЫХ УСТАНОВОК МАЛОЙ МОЩНОСТИ

Стремление к конкурентоспособности подвигает как малые, так и крупные предприятия к утилизации низкопотенциальных источников энергии в целях энергосбережения. В условиях практически монопольного производства электрической и тепловой энергии генерирующими компаниями и неуклонного роста цен на энергоносители, в условиях конкурентной экономики со стороны малых и средних промышленных производителей возрос интерес к альтернативной энергетике (мини-ТЭЦ) на базе различных когенерационных энерготехнологий [1].

Принцип действия газотурбинной установки (ГТУ) предусматривает получение полезной механической работы в турбине, работающей на продуктах сжигания газообразного или жидкого топлива.

На рис. 1 представлена принципиальная схема газотурбинной установки, состоящая из компрессора, газовой турбины, генератора, камеры сгорания, рекуператора, теплоутилизатора [2].

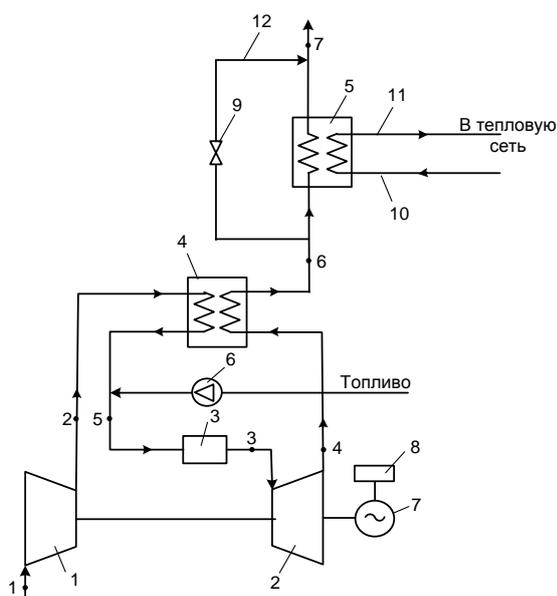


Рис. 1. Принципиальная схема газотурбинной установки:

- 1 — компрессор;
- 2 — газовая турбина;
- 3 — камера сгорания;
- 4 — рекуператор;
- 5 — теплоутилизатор;
- 6 — дожимной топливный компрессор;
- 7 — генератор;
- 8 — блок силовой электроники;
- 9 — байпасная заслонка;
- 10 — трубопровод подачи холодной воды;
- 11 — трубопровод отвода горячей воды;
- 12 — байпасный газопровод

На рис. 2 представлен цикл газотурбинной установки в P - V и T - S диаграммах. Газотурбинная установка работает следующим образом: очищенный атмосферный воздух попадает в воздухозаборник, откуда он поступает в компрессор, в котором происходит адиабатический процесс сжатия 1—2. После компрессора сжатый воздух поступает в специальный газоздушный теплообменник (рекуператор 4), в котором он предварительно нагревается выхлопным газом, выходящим из газовой турбины. Процесс подогрева воздуха в рекуператоре изображается отрезком 2—5, процесс охлаждения выхлопного газа 4—6. Подогретый в рекуператоре воздух поступает в камеру сгорания, куда непрерывно подводится и сжигается топливо. В T - S диаграмме подвод теплоты в цикле ГТУ изображается отрезком 5—3. Продукты сгорания из камеры сгорания отводятся в газовую турбину, в которой расширяются по адиабате 3—4, совершая полезную работу цикла ГТУ. Значительная часть полезной работы расходуется на привод компрессора, который сидит на одном валу с газовой турбиной.

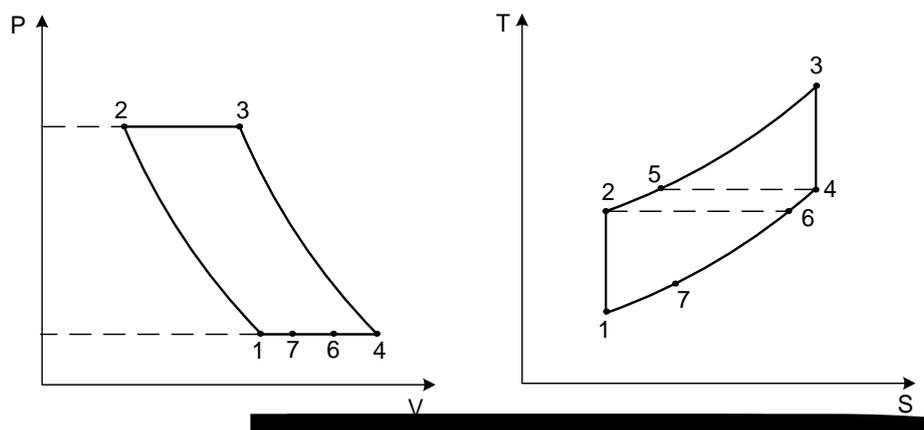


Рис. 2. Цикл газотурбинной установки в P - V и T - S диаграммах

Выхлопные газы из газовой турбины направляются в рекуператор и затем в теплоутилизатор, в котором реализуется процесс охлаждения газа от точки 6 до точки 7. Далее отработанный в установке газ выбрасывается в атмосферу через выхлопную трубу (процесс 7—1 характеризует потерю теплоты в окружающую среду).

Топливом в таких установках является керосин, дизельное топливо, природный газ и попутный газ нефтяных месторождений. Необходимое оборудование размещается в транспортабельных контейнерах, оборудованных всеми необходимыми системами для их нормальной эксплуатации [3].

На рис. 3 представлена типовая модульная ГТУ, предназначенная для производства электрической и тепловой энергии.

Модульное исполнение газотурбинных ТЭЦ повышает надежность источника электро- и теплоснабжения и сокращает сроки монтажа от нескольких дней до нескольких недель, в зависимости от комплектации и местных условий.

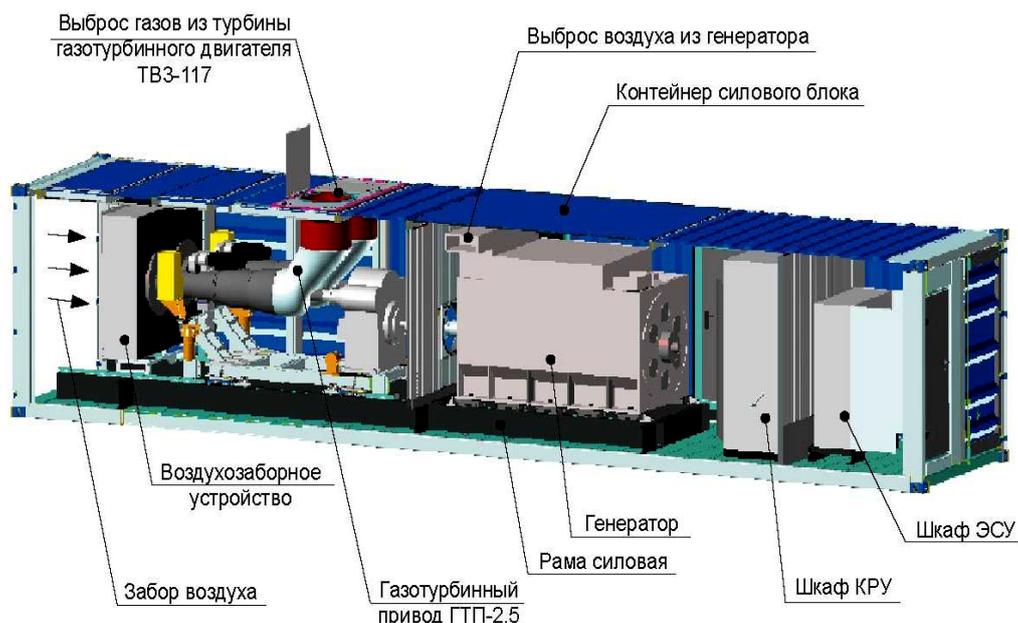


Рис. 3. Типовая модульная газотурбинная установка

В состав установки входят: турбогенератор, камера сгорания, рекуператор, система утилизации тепла с теплоутилизатором (газо-водяной теплообменник), маслосистема, топливная система, дожимной газовый компрессор, силовая электроника, цифровая система автоматического управления, воздушная система охлаждения подкапотного пространства и силовой электроники, аккумуляторные батареи.

Принцип работы установки следующий. Очищенный атмосферный воздух попадает в воздухозаборник, откуда он поступает на вход в компрессор. В компрессоре воздух сжимается и за счёт этого нагревается до температуры 250 °С. После компрессора воздух поступает в специальный газоздушный теплообменник (рекуператор), где он дополнительно подогревается до температуры 500 °С. Дополнительный подогрев позволяет примерно в два раза повысить электрическую эффективность установки. Далее нагретый сжатый воздух перед камерой сгорания смешивается с газообразным топливом высокого давления, и гомогенная газоздушная смесь поступает в камеру сгорания для горения. Для повышения давления газа используется штатный дожимной компрессор.

Покидая камеру сгорания, нагретые до температуры 900 °С выхлопные газы поступают в турбину, где вращают ротор, а также расположенные на этом же валу колесо компрессора и высокоскоростной синхронный генератор.

После расширения в турбине выхлопные газы с температурой 650 °С по газоходу попадают в рекуператор, где отдают своё тепло сжатому воздуху после компрессора. Температура выхлопных газов после рекуператора снижается до 300 °С.

На выходе из рекуператора стоит байпасная заслонка, которая направляет выхлопные газы либо по байпасному газоходу, либо напрямую в теплоутилизатор. В теплоутилизаторе выхлопные газы отдают своё тепло сетевой воде, которая нагревается до требуемой температуры.

Турбогенератор является основной и наиболее наукоемкой и трудоёмкой частью установки. Общий вид турбогенератора в разрезе показан на рис. 4.

Ротор турбогенератора (рис. 5) устанавливается на двух опорах: первая опора перед передним торцом втулки генератора, а вторая — между втулкой генератора и колесом компрессора.

Отличительной особенностью конструкции ротора является консольная схема размещения колёс компрессора и турбины. Такое конструкторское решение позволило вынести все подшипники из горячей зоны, что значительно уменьшило безвозвратные потери масла, уменьшило производительность насоса маслосистемы, позволило увеличить сроки замены масла и масляного фильтра.

Система утилизации тепла [4] предназначена для подогрева сетевой воды до заданного значения за счет использования теплоты выхлопных газов. Регулирование параметров воды на выходе из теплоутилизатора осуществляется за счёт перепуска выхлопных газов через байпасную магистраль.

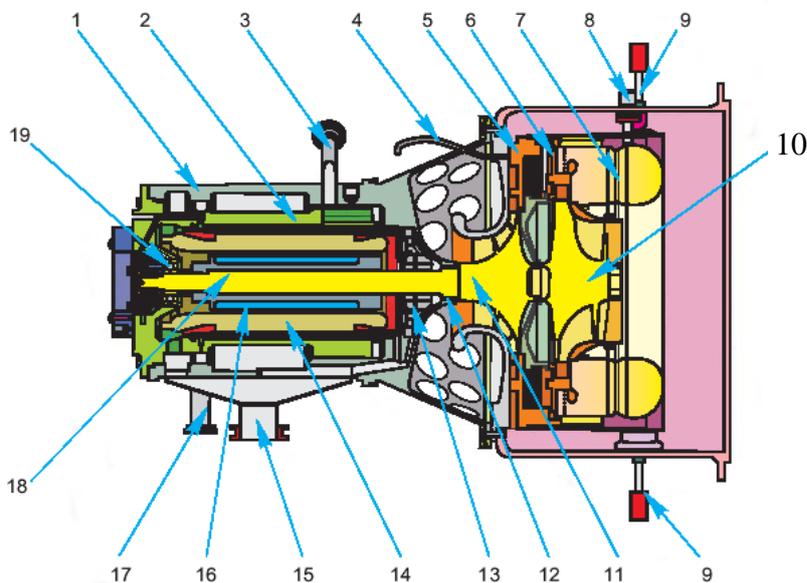


Рис. 4. Турбогенератор в разрезе:

- 1 — корпус; 2 — корпус статорной части; 3 — маслопровод (подвод масла);
- 4 — воздухопровод для поддува лабиринта; 5 — диффузор; 6 — сопловый аппарат;
- 7 — жаровая труба; 8 — свеча зажигания; 9 — топливный коллектор;
- 10 — колесо турбины; 11 — колесо компрессора; 12 — лабиринтное уплотнение;
- 13 — гидродинамический подшипник; 14 — статорные обмотки;
- 15,17 — горловина слива масла; 16 — постоянные магниты; 18 — ротор;
- 19 — керамический подшипник качения

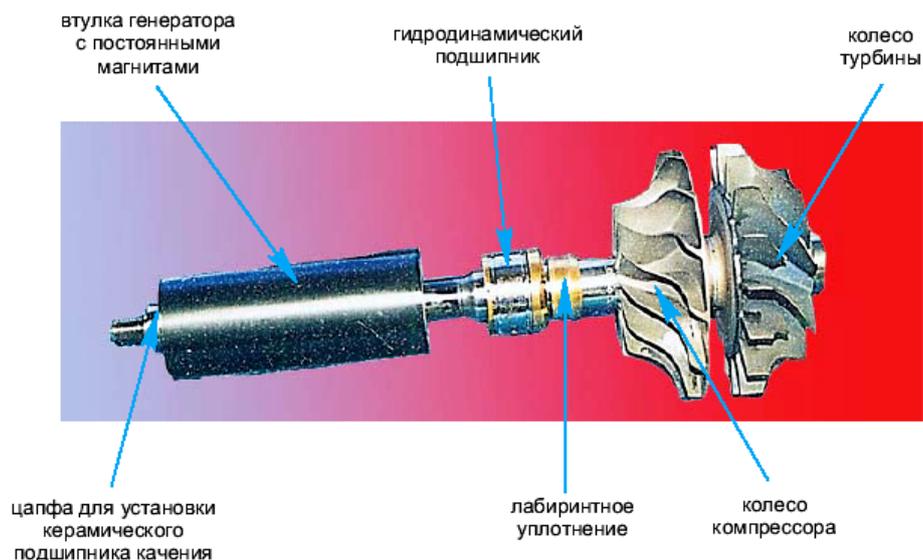


Рис. 5. Общий вид ротора

Альтернативой существующему энергоснабжению являются когенерационные установки, вырабатывающие более дешевые электроэнергию и тепло в непосредственной близости к потребителю, обеспечивая быстрый и устойчивый возврат инвестиций.

Данные установки могут представлять особый интерес для жилищно-коммунальных хозяйств. При использовании таких установок затраты на строительство коммуникаций уменьшаются в 1,5-4 раза по сравнению с подведением тепла и электроэнергии от крупных централизованных источников.

Библиографический список

1. Леканова, Т. Л. Практические рекомендации по использованию отходов деревообработки для производства электроэнергии [Текст] / Т. Л. Леканова, А. В. Андронов // *Фундаментальные исследования*. — 2017. — № 10-2. — С. 239—244.
2. Гладышев, Н. Н. Автономные источники тепловой и электрической энергии малой мощности [Текст] : учеб. пособие / Н. Н. Гладышев, Т. Ю. Короткова. — Санкт-Петербург : СПбГТУ РП, 2010. — 323 с.
3. Рыбалко, В. В. Методика теплового расчета газотурбинных энергетических установок [Текст] : учеб. пособие / В. В. Рыбалко, А. А. Часовских. — Санкт-Петербург : СПбГТУ РП, 2002. — 120 с.
4. Павлов, Н. Н. Эксплуатация, диагностика, ремонт и реконструкция систем теплоснабжения [Текст] : учеб. пособие / Н. Н. Павлов, М. Н. Федоров. — Москва : МИК-ХиС, 2000. — 187 с.

УДК 628.474.383

Проведен энергетический анализ образования тепловой энергии в цехе производства нетканых материалов. Показано, на каких узлах оборудования электрическая мощность преобразуется в тепловую энергию, что ведет к потере тепла. Рассмотрены принципиальные схемы возможных технических решений по рекуперации тепловой энергии для решения внутренних технологических задач цеха. Проведена долевая оценка рассмотренных технических решений в суммарном количестве тепловой энергии цеха. Проведен подбор оборудования по предложенной схеме рекуперация избыточной теплоты

Ключевые слова: гликолевый рекуператор, вытяжная вентиляция, смесительный узел, схема подключения, технико-экономические показатели.

Т. Л. Леканова,
кандидат химических наук, доцент;
Е. Г. Казакова,
старший преподаватель;
П. Ю. Дмитриева,
1 курс, направление ТЭиТТ
(Сыктывкарский лесной институт)

РЕКУПЕРАЦИЯ ТЕПЛОТЫ ВЫТЯЖНОГО ВОЗДУХА В СИСТЕМАХ ВЕНТИЛЯЦИИ

В системах вентиляции и кондиционирования воздуха значительное количество тепла удаляется с вытяжным воздухом. То есть тепло выбрасывается в атмосферу и не используется в дальнейшем [1]. В связи с этим целесообразна разработка устройства для рекуперации уходящего тепла.

Рекуператор — это устройство, имеющее в своем составе теплообменный элемент, вентиляторы для прокачивания через теплообменник потоков вытяжного и свежего воздуха и оснащенное дополнительными приспособлениями для автоматизации работы устройства. В таком устройстве тепло от воздуха, который должен быть удален из помещения, отдается воздуху, поступающему в помещение, а летом наоборот — поступающий воздух охлаждается более прохладным удаляемым воздухом, если помещение оборудовано кондиционером [2].

В ходе работы проведен энергетический анализ образования тепловой энергии в цехе производства нетканых материалов. Показано, на каких узлах оборудования электрическая мощность преобразуется в тепловую энергию, что ведет к потере тепла. Проведена долевая оценка рассмотренных технических решений в суммарном количестве тепловой энергии цеха. Проведен подбор оборудования по предложенной схеме рекуперация избыточной теплоты.

Замеры температуры и скорости удаляемого воздуха в помещении цеха производились многофункциональным микрометром МР-202. В данном проекте в работе находились 4 вытяжные установки, обозначенные В-1, В-2, В-3, В-4. Анализ результатов испытаний позволил рассчитать производительность необходимых для рекуперации тепла вытяжных установок и подобрать оборудование рекуперации (гликолевый рекуператор, пластинчатые калориферы, смесительные узлы).

Рекуперация — это экологически чистый способ нормализации микроклимата. Производители выпускают рекуператоры, в которых используются безопасные и эффективные материалы. В частности, последние модели получают трехступенчатые теплообменники, выполненные из непористых ультратонких мембран. Такое устройство позволяет отказаться от электрических воздушных нагревателей. На рынке появилось большое количество устройств, которые, обеспечивают решение проблемы воздухообмена в помещении при обеспечении энергосбережения и теплового комфорта. В зданиях, ограждающие конструкции которых соответствуют современным требованиям по энергосбережению, от 50 до 70 % всего энергопотребления расходуется на подогрев вентиляционного воздуха (если не применена рекуперация). А качественный рекуператор может порядка 70 % этой теряемой энергии вернуть. При использовании системы рекуперации, происходит процесс возврата тепла из отработанного вытяжного воздуха. Благодаря этому процессу в помещение попадает свежий нагретый воздух. Приточный и вытяжной потоки не смешиваются, а лишь передают или забирают тепло от стенок теплообменника.

На современном рынке существуют различные системы вентиляции помещений. Естественная система вентиляции воздуха является достаточно неудобной в эксплуатации и крайне неэкономичной притом, что интенсивность циркуляции воздуха в данном случае весьма невелика, а значит, помещение не будет получать необходимое количество кислорода для комфортного пребывания в нем человека. Поэтому более разумно использовать механическую, или принудительную вентиляцию.

Максимальный эффект следует ожидать при внедрении децентрализованных систем приточно-вытяжной вентиляции с рекуперацией тепла. В ходе эксплуатации данной системы большое практическое значение приобретают вопросы полезного использования энергетического потенциала отработанных потоков воздуха. При этом осуществляется принцип регенерации энергии, результатом которого является снижение тепловых потерь непосредственно в самом изолированном помещении. Данные устройства оснащают различными дополнительными приспособлениями, призванными автоматизировать работу устройства, улучшить качество подаваемого. Системы приточно-вытяжной вентиляции с рекуперацией тепла имеет различные модели исполнения. Принцип работы систем с регенерацией тепла заключается в том, что рекуператор за небольшой отрезок вре-

мени удаляет теплый воздух помещения, вследствие чего нагревается насадка теплообменника. Затем на такой же промежуток времени вентилятор включается на реверс, и прибор подает в помещение наружный воздух. Проходя через нагретую насадку, наружный холодный воздух нагревается, за счет чего происходит эффективный возврат тепла помещения.

Рынок рекуператоров в нашей стране долгое время был ориентирован исключительно на производство крупных установок мощностью 3000—20000 куб. м для промышленного сектора. Но чаще эти установки работали лишь на автоматическую подачу и удаление воздуха, а догревался он централизованными системами отопления. В проекте описаны принципы функционирования и использования шести видов рекуператоров: пластинчатых; трубных; роторных; с промежуточным теплоносителем (гликолевый рекуператор); тепловых труб; систем возврата тепла для дымоходов.

В предлагаемой схеме выбор сделан в пользу рекуперации тепла гликолевым рекуператором. Гликолевый рекуператор был выбран потому что выбросы загрязнены и их нельзя использовать в более простом роторном рекуператоре. Гликолевый рекуператор отбирает тепло вентиляционных выбросов от технологической линии, которое затем используется для воздушного отопления помещения. Гликолевый рекуператор является, утилизирующим тепловую энергию устройством, посредством циркуляции незамерзающей жидкости (антифриза) в замкнутом контуре теплообменников. В нем используется раствор пропиленгликоля или этиленгликоля в воде в соотношении 30/50; 40/50 или 50/50. Минусы гликолевого рекуператора: требуется установка водяного насоса и дополнительных устройств, отвечающих за правильность работы данной системы; расход электроэнергии на работу системы циркуляции воды и теплотери теплоносителя; данные рекуператоры способны только к теплообмену. Плюсы гликолевого рекуператора: вытяжной и приточный потоки никогда не перемешиваются; возможно размещение приточного и вытяжного теплообменников на расстоянии друг от друга; возможность объединения нескольких вытяжных и нескольких приточных систем в одну систему рекуперации. Схема подключения гликолевого рекуператора компании «Циклон» [3] в паре со смесительным узлом MU120-60.0GR (Исполнение Н) приведена на рис. 1.

В приточную систему перед приточной установкой устанавливается нагревательный теплообменник, в который подается нагретый вытяжным воздухом антифриз [4]. В вытяжку также устанавливается теплообменник, который забирает тепло из вытяжного воздуха. Данные рекуператоры позволяют вернуть от 25 до 55 % тепла, тем самым значительно снизив затраты на обогрев.

Составные элементы схемы рекуперации с гликолевым рекуператором приведены на рис. 2. Гликолевый рекуператор включает два теплообменника (приточный и вытяжной), соединенных между собой замкнутым контуром, с непрерывно циркулирующим в нем водно-гликолевым раство-

ром. В зимний период вытяжной теплообменник 4 (забирает из вытяжной вентиляционной системы тепловую энергию, и с помощью водно-гликолевого теплоносителя перемещает ее в приточный теплообменник 5.

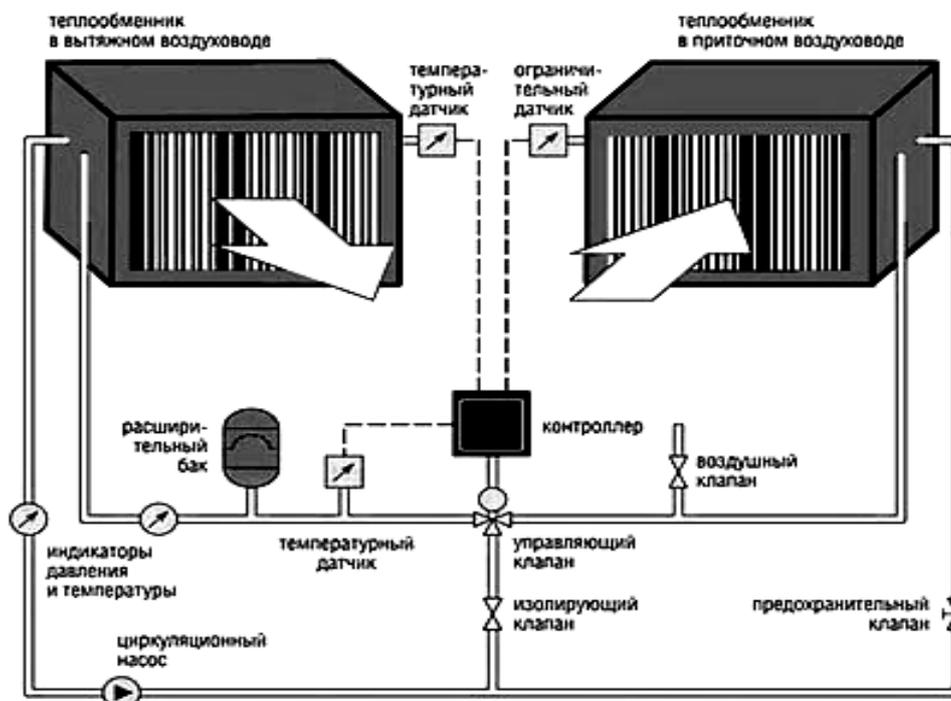


Рис. 1. Приточно-вытяжная установка с промежуточным теплоносителем в гликолевом рекуператоре

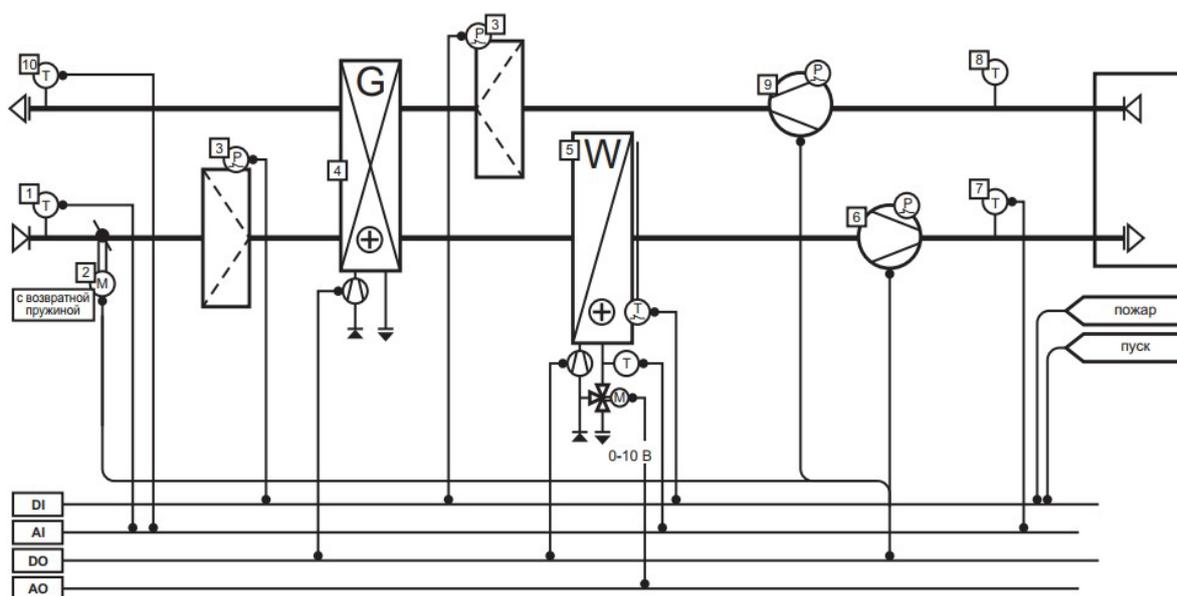


Рис. 2. Схема подключения гликолевого рекуператора:

- 1 — датчик наружной температуры; 2 — привод воздушного клапана;
- 3 — реле перепада давлений; 4 — рекуператор гликолевый; 5 — нагреватель электрический; 6 — вентилятор приточный; 7 — датчик температуры канала;
- 8 — датчик температуры помещений; 9 — вентилятор вытяжной;
- 10 — датчик температуры вытяжки; 11 — дифманометр; 12 — термоконтакт

Смесительный узел MU120-60.0GR (рис. 3) применяется для регулирования температуры в гликолевых рекуператорах приточно-вытяжных систем. Данный узел используется в приточно-вытяжных системах разной производительности. Работа данного узла позволяет поддерживать температуру воздуха, проходящего через гликолевый рекуператор. В состав узла входят: насос, трехходовой клапан, электропривод, шаровые краны, фильтр, воздухоотводчик, гибкие подводки, термоманометры, клапан предохранительный, бак.

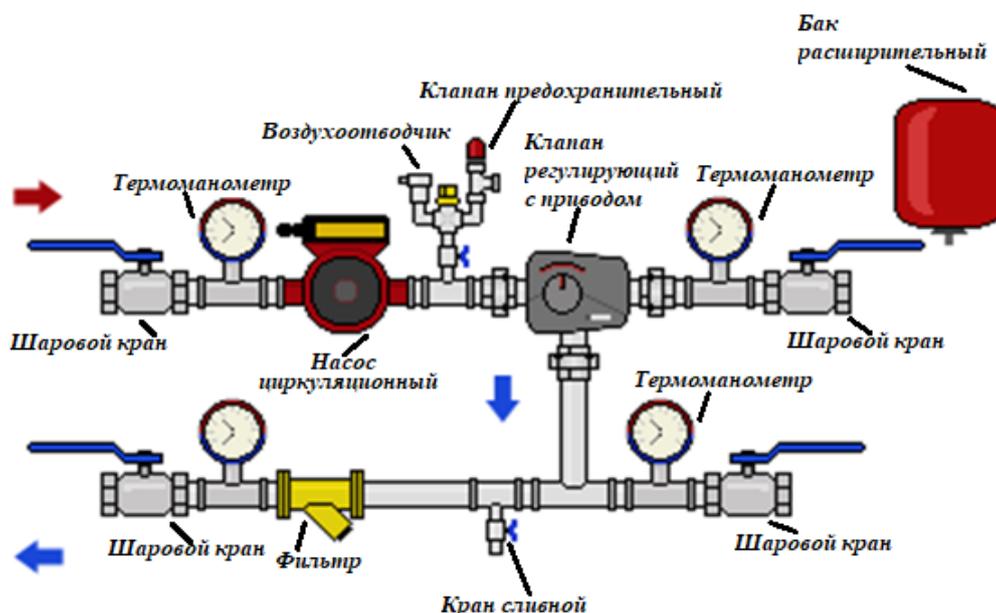


Рис. 3. Схема смесительного узла MU120-60.0GR (Исполнение Н)

Основные теплотери слагаются из теплотерь Q в ккал/ч через наружные стены, через перекрытия и составляют 196 614 ккал/ч. Расход удаляемого воздуха для В-1 составляют 18302 м³/ч; для В-2 составляют 22140 м³/ч; для В-3 составляют 14450 м³/ч; для В-4 составляют 13250 м³/ч. Мощность выбранного насоса — 3 кВт. Показатели вытяжных установок приведены в табл. 1.

Таблица 1. Показатели работы вытяжных установок

№ в. у.	Ø, м	F, м ²	V, м/с	L, м ³ /ч	T, °C	ΔT, °C	Q, ккал/ч
В-1	0,72	0,41	12,4	18 302	33	13	57 102
В-2	0,72	0,41	15,0	22 140	37	17	90 331
В-3	0,4	0,13	8,1	14 450	40	20	69 360
В-4	0,4	0,13	11,3	13 250	45	25	79 500
Итого							296 293
Тепло используемое для отопления с учетом 80 % КПД рекуператора ($Q_{отп}$)							237 034
Тепло необходимое для отопления (по расчетам теплотерь)							196 614

Воздушное отопление планируется осуществлять через центральный кондиционер КТЦ 60 (рис. 4), который функционирует в рассматриваемом цехе для подачи свежего воздуха и его обогрева, но он использует тепло от котельной фабрики.

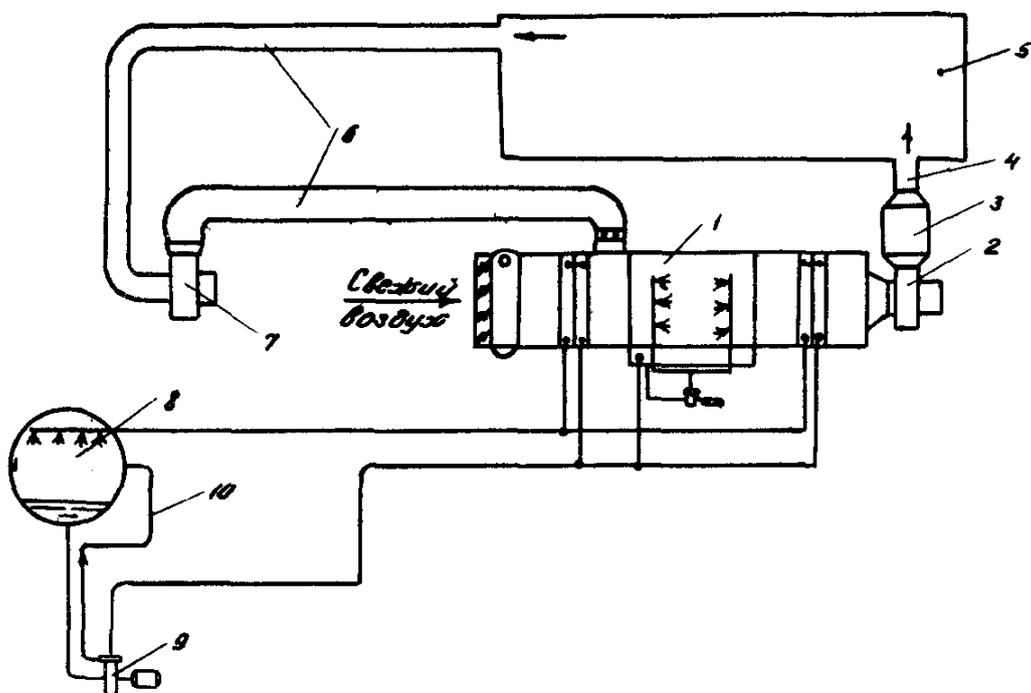


Рис. 4. Система кондиционирования воздуха (текущая ситуация):

- 1 — центральный кондиционер; 2 — вентилятор кондиционера; 3 — шумоглушитель;
 4 — подающий воздуховод; 5 — обслуживаемое помещение; 6 — воздуховод рециркуляции;
 7 — вентилятор рециркуляции; 8 — испаритель холодильной машины; 9 — насос хладоносителя; 10 — уравнительная линия

Исходные данные для расчета, предполагаемого к установке рекуперационного оборудования:

$\sum P$ — затраты на реконструкцию составят 650 тыс. руб. (табл. 2);

η — мощность выбранного к установке насоса — 3 кВт;

$Q_{от}$ — количество тепла, необходимого для отопления цеха — 237 034 ккал/ч.

Сумма денежных затрат на электроэнергию за год (тыс. руб./год) составляет:

$$\sum \mathcal{E} = 24 \text{ часа} \cdot n \cdot W_э \cdot \eta,$$

где n — количество отопительных дней; $W_э$ — цена за 1 кВт электроэнергии, $W_э = 3,8$ руб./кВт.

$$\sum \mathcal{E} = 24 \cdot 244 \cdot 3,8 \cdot 3 = 66,758 \text{ тыс.руб/год}$$

Таблица 2. Затраты на реконструкцию оборудования

№ п/п	Наименование	Кол-во, шт.	Стоимость за единицу, руб.	Общая стоимость, руб.
Комплект автоматики для системы П1 в составе:				
1	Щит питания и управления KPNW-W-1V-P	1	41 850	41 850
2	Датчик перепада давления (Дифманометр) PS-500	1	1 620	1 620
3	Узел регулирования MU120-60.0GR (Исполнение Н)	1	194 400	194 400
4	Теплообменник Cyclone SHW 1500x1500x4R	1	141 426	141 426
5	Теплообменник Cyclone SCW 1500x1500x6R	1	218 538	218 538
6	Каплеулавливатели Cyclone DEU 1560x1550	1	44 658	44 658
7	Поддоны Cyclone DPU 1670x350	1	7 722	7 722
	Итого			650 000
	Итого по предложению с учетом скидки и НДС			560 000

Общие затраты на проект $\sum K$ (руб.) находим по формуле:

$$\sum K = \sum \mathcal{E} + \sum P$$

$$\sum K = 650000 + 66,758 = 650066,76 \text{ руб}$$

Амортизационные отчисления $\Delta U_{ам}$ (тыс. руб.) могут быть вычислены:

$$\Delta U_{ам} = H_a \cdot \sum K / 100,$$

где H_a — ставка амортизационных отчислений, $H_a = 4 \%$.

$$\Delta U_{ам} = 4 \cdot 650066,76 / 100 = 26003 \text{ руб.}$$

Экономия тепла в год, $\Delta Q_{от}$ (руб.) составит:

$$\Delta Q_{от} = Q_{от} \cdot 24 \text{ часа} \cdot n \cdot 244 \cdot Ц,$$

где $Ц$ — цена 1 Гкал = 875 руб.

$$\Delta Q_{от} = 0,237034 \cdot 24 \cdot 244 \cdot 875 = 1214562 \text{ руб./год.}$$

Срок окупаемости $T_{ок}$ (год) находим по уравнению:

$$T_{ок} = \sum K / \Delta U_{ам} + Q_{от}$$

$$T_{ок} = 650066,76 / 26003 + 1214562 = 0,52 \text{ года (6,3 мес.).}$$

Технико-экономические показатели сведены в табл. 3.

Ввиду нестабильности и относительно малой мощности потока бросового тепла, в качестве потребителей рекуперированной энергии может использоваться оборудование, не задействованное в технологическом процессе: отопление цеха. На основании полученных данных по годовой экономии от вырабатываемой электрической и тепловой энергии, определен период окупаемости рекуперативной установки, который составил 0,52 года.

Таблица 3. Техничко-экономические показатели модернизации

Наименование показателей	Единицы измерения	Величина показателей	
		до реконструкции	после реконструкции
Количество тепла на отопление	ккал/ч	196 614	0
Экономия количества тепла на отопление после реконструкции	ккал/ч	196 614	
Цена на количество тепла	руб./Гкал	875	
Экономия денежных средств в результате реконструкции	руб./год	1 214 562	
Капитальные затраты в реконструкции	руб.	650 000	
Срок окупаемости капитальных вложений	год	0,52	

Выводы. В данной работе проведены: расчеты теплотерь помещения по укрупненному показателю, замеры производительности всех вытяжных установок и температуры удаляемого воздуха с помещения, расчеты количества тепла, удаляемого вытяжными установками, подбор оборудования рекуперации. В технико-экономической части произведена и подсчитана экономическая эффективность проекта. Экономия денежных средств в результате реконструкции составила 1214562 руб./год. Капитальные затраты на реконструкцию производства установлен в размере 650 000 руб. Срок окупаемости проекта составил 6 месяцев.

Библиографический список

1. Сериков, С. В. Утилизация тепла уходящих газов котельной установки в системе воздушного отопления [Текст] / С. В. Сериков, Т. Н. Ильина // Вестник БГТУ им. В. Г. Шухова. — Белгород, 2013. — № 4.
2. Машенко, А. Я. К вопросу об оценке энергосберегательного потенциала при рекуперации теплоты вытяжного воздуха [Текст] / А. Я. Машенко, А. Ю. Феоктистов // Международный студенческий научный вестник. — 2015. — № 3-1. — С. 97—99.
3. Компания «Циклон» [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <http://c-one.ru/>.
4. Сазонова, А. А. Применение рекуператоров тепла в системах обеспечения микроклимата [Текст] / А. А. Сазонова, К. В. Кельина // Научный альманах. — 2016. — № 4-3 (18). — С. 178—181.

УДК 621.577

Предложен способ извлечения тепловой энергии из искусственно нагретого грунта, который может использоваться в качестве альтернативных источников энергии, например, для отопления зданий и сооружений, подогрева приточного вентиляционного воздуха, производства бытовой горячей воды

Ключевые слова: тепловой насос, месторождение высоковязкой нефти, U-образный контур, скважина, текучая среда.

Т. Л. Леканова,

кандидат химических наук, доцент;

П. В. Мусихин,

заведующий лабораторией;

А. Н. Горбатенко,

5 курс, направление подготовки «Теплоэнергетика и теплотехника»

(Сыктывкарский лесной институт)

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ГЕОТЕРМАЛЬНЫХ ИСТОЧНИКОВ ЭНЕРГИИ В РАЙОНАХ СЕВЕРА

С момента открытия месторождения в 1932 г. «тяжелую» ярегскую нефть пытались извлечь традиционными методами — при помощи скважин. Но большая вязкость сырья и низкое пластовое давление не позволили добывать его с поверхности земли. С 1972 г. стали применять паротепловые методы добычи: в пласт нагнетается пар, который делает нефть более текучей и «легкой на подъем».

Среди основных были одногоризонтный способ и подземно-поверхностная система. Основное различие между ними в том, что при первом пар подается в пласт непосредственно из эксплуатационной галереи в нефтеносном пласте, а при второй — через нагнетательные скважины на поверхности земли.

Инженеры ЛУКОЙЛ-Коми вместе со специалистами из ЛУКОЙЛ-Инжиниринга объединили технологии теплоподдачи одногоризонтной и подземно-поверхностной систем, разработав комбинированный способ термошахтной разработки месторождения высоковязкой нефти. В настоящее время изобретение внедряется в производство. В результате применения технологии пар закачивается с двух направлений. В качестве источников пара используются парогенераторы, вырабатывающие влажный пар с сухостью 0,8 и температурой до 250 °С. Для производства тонны пара в среднем расходуется 60÷70 кг нефти или 60÷70 м³ газа. Производимый в парогенераторах теплоноситель транспортируется к нагнетательным скважинам по паропроводам.

Задачей настоящего исследования является разработка способа, позволяющего эффективно извлечь и применить тепло искусственно нагретого паровыми потоками грунта, в процессе разработки и эксплуатации месторождений высоковязкой нефти и использовать ее для отопления зданий и сооружений жилого поселка, находящегося в 3,5 км от места ведения разработки.

Известен способ извлечения геотермальной энергии из скважины [1] с помощью теплового насоса, вход которого соединен с трубопроводами с заборной и поглощающей скважинами, выход теплового насоса подключен трубопроводами к системе распределения тепла. К теплому насосу подключен U-образный контур трубопровода, помещенный в скважину и по которому циркулирует жидкость, подаваемая с поверхности. По этому способу тепло контуру теплового насоса передается жидкостью, нагреваемой в скважине.

Также известен способ извлечения геотермальной энергии из добытой продукции действующей нефтяной скважины [2], включающий подключение входа теплового насоса к трубопроводу, помещенному в ствол скважины, а выхода — к системе распределения тепла потребителю, при этом осуществляют разделение в скважине с помощью скважинного сепаратора продукции нефтяной скважины на нефть и воду, затем с помощью скважинного насоса очищенную воду направляют в продуктопровод, подключенный к теплому насосу, при этом тепловой насос включает внутренний замкнутый контур, проходящий через испаритель с жидкостью низкотемпературного кипения, конденсатор, компрессор и редукционный клапан, к конденсатору которого подключают отвод теплопровода потребителя, а к испарителю с жидкостью низкотемпературного кипения подключают отвод продуктопровода с очищенной водой. По описанному способу используется тепловая энергия добываемой скважинной жидкости, в частности смеси нефти и воды. Установка расположена на участке нефтяного месторождения на устье скважины и не может быть использована на участках месторождения высоковязкой нефти.

Указанные способы не эффективны и не могут быть применены для извлечения тепловой энергии, добываемой из грунта, искусственно нагретого паром при извлечении высоковязкой нефти.

Предлагаемый способ извлечения тепловой энергии на нефтяном месторождении включает извлечение тепловой энергии с помощью теплового насоса, вход которого подключен к трубопроводу, помещенному в среду для теплообмена, а выход — к системе распределения тепла потребителю. Извлечение тепловой энергии осуществляют из искусственно нагретого грунта, в качестве среды для теплообмена используют слой грунта высотой до 100 м, расположенный над пластом продуктивной высоковязкой нефти, разрабатываемым комбинированным термощахтным способом, по-

стоянный искусственный нагрев слоя грунта осуществляют от галереи подземных скважин, пробуренных с поверхности участка разрабатываемого месторождения до продуктивного пласта, в которые закачивается перегретый пар парогенераторными установками, тепловой насос устанавливают на поверхности земли в границах участка разрабатываемого месторождения, над зоной активации разогрева нефтяного пласта бурят вертикальную скважину на глубину 30—100 м, в которую устанавливают U-образный трубопровод, выполняющий роль теплообменника, отбор и преобразование низкопотенциального тепла из грунта до высокого температурного уровня проводят путем передачи тепла через теплообменник закрытого типа с жидким незамерзающим теплоносителем, подключенный к контуру испарителя теплового насоса. На поверхности земли в границах участка месторождения может быть установлено два и более тепловых насосов, выход которых подключен к системе распределения тепла потребителю. Для исключения вероятности охлаждения трубопровода в зимний период его теплоизолируют на глубину до 3,1 м. На рис. 1 представлено распределение температур в пласте через 0,5 года эксплуатации [3, с. 89].

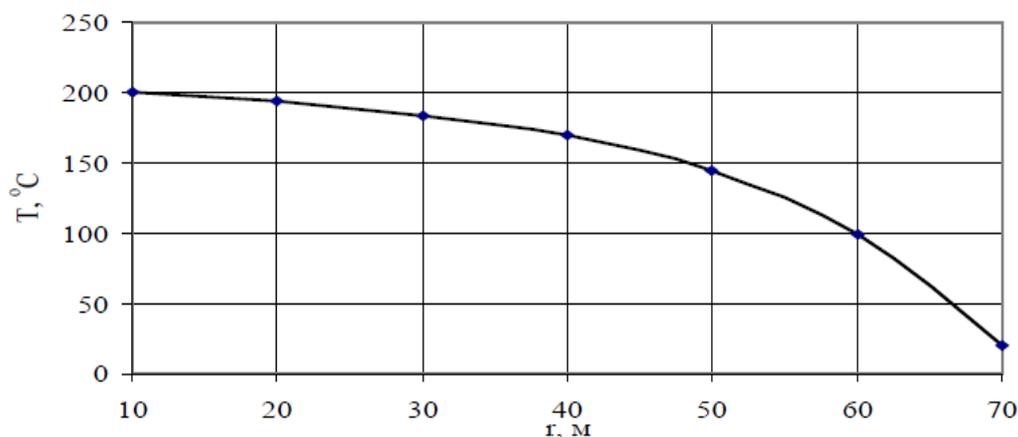


Рис. 1. Распределение температур в пласте через 0,5 года

На рис. 2 представлено схематичное функционирование теплового насоса с замкнутой системой циркуляции теплоносителя в теплообменнике. Добыча высоковязкой нефти осуществляется закачиванием пара через галерею скважин 3 в нефтяной пласт 2, вокруг которых создается текучая среда 7. Нагретый продукт скважинным насосом 9 подается на поверхность для аккумуляции и дальнейшей переработки. На всем участке разработки тяжелой нефти тепло нагретого грунта 1 не используется. Нами предлагается извлечение тепловой энергии искусственно нагретого грунта тепловым насосом. Для работы теплового насоса требуется только источник электроэнергии. Принцип действия теплового насоса аналогичен принципу действия холодильника. В обоих есть испаритель, компрессор, конденсатор и дросселирующее устройство — все части объединены в

единый контур. В испарителе хладагент нагревается до температуры 6—8 °С, отобранной от теплоносителя из скважины, закипает и испаряется. Полученный пар сжимается компрессором. При росте давления температура хладагента поднимается до 35—65 °С. Это тепло отдается через теплообменник конденсатора рабочей жидкости потребителя, который использует энергию по своему усмотрению. Охлажденный хладагент снова конденсируется, продавливается через дроссель, давление падает, а хладагент вновь поступает в испаритель, где готов испариться.

В качестве среды для теплообмена используется слой грунта высотой до 100 м, расположенный над пластом продуктивной высоковязкой нефти. Слой грунта в процессе разработки и эксплуатации месторождения постоянно нагревается от галереи подземных скважин, в которые закачивается перегретый пар парогенераторными установками. Работа парогенераторных установок ведется ежесуточно непрерывно в течение всего периода разработки месторождения.

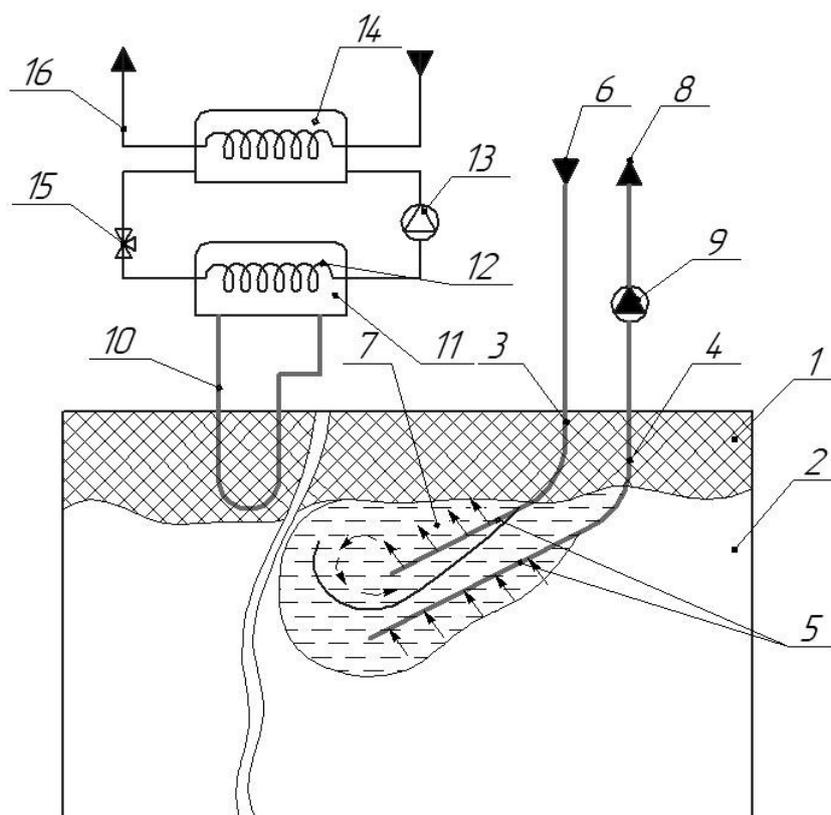


Рис. 2. Схема функционирования грунтового теплового насоса:

- 1 — грунт; 2 — пласт; 3 — скважина нагнетательная; 4 — скважина добывающая;
 5 — перфорационные каналы; 6 — пар; 7 — текучая среда; 8 — нефть;
 9 — скважинный насос; 10 — теплообменник; 11 — испаритель;
 12 — контур хладагента; 13 — компрессор; 14 — конденсатор;
 15 — расширительный клапан; 16 — потребитель

Теплообменник 10 подключен к входу теплового насоса и представляет собой внешний контур трубопровода с циркулирующим незамерзающим жидким теплоносителем (например, раствор этиленгликоля), помещенный в среду для теплообмена в виде искусственно нагретого грунта. Для обеспечения теплообменной среды специально для теплообменника 10 над зоной активации разогрева нефтяного пласта в радиусе действия паровых установок бурят вертикальную скважину на глубину от 30 до 100 м и устанавливают в нее теплообменник замкнутого типа. Известно, что все подземные скважины: добывающие, нагнетательные и парораспределительные обсаживают на глубину 50—100 м [4]. Зона активации разогрева пласта 2 высоковязкой нефти обеспечивается галереей подземных скважин — нагнетательной 3 с перфорационными каналами 5 и парораспределительной, взаимосвязанных с добывающей скважиной 4. Разогретая нефть 8 представляет собой текучую среду 7, которая извлекается с помощью скважинного насоса 9. Теплоноситель нагревается в слое искусственно разогретого грунта и отдает свое тепло контуру теплового насоса. Глубина погружения внешнего контура (теплообменника) обоснована расчетами. С помощью расчетов нами обосновано, что при установке теплообменника 10 на глубину до 30 м работа теплового насоса будет недостаточно эффективна, так как не обеспечивается требуемая разность подающей и возвратной температур и достаточная скорость потока теплоносителя (см. пример). Распределение температуры в пласте при нагнетании горячей воды с расходом $500 \text{ м}^3/\text{сут.}$, составляет около 70 м при начальной температуре пласта $T_0 = 20 \text{ }^\circ\text{C}$ и температуре теплового агента на забое нагнетательной скважины $T_v = 200^\circ\text{C}$. Тепло, вырабатываемое парогенератором $Q_{\text{пг}}$, включает полезное тепло $Q_{\text{пол}}$, которое накапливается в продуктивном пласте, и потерянное тепло $Q_{\text{пот}}$: в паропроводах — $Q_{\text{тр}}$, в нагнетательных скважинах — $Q_{\text{нагн}}$, в окружающих пласт породах — $Q_{\text{окр}}$ и в добывающих скважинах — $Q_{\text{доб}}$. Доля теплотерь в среднем составляет 40÷60 % от количества тепла, производимого парогенераторами.

Известно, что глубина промерзания грунта в зимний период в г. Усинске может достигать 3,1 м [5]. Наблюдения за снежным покровом земной поверхности на разрабатываемом месторождении с применением выше указанной технологии свидетельствуют о том, что в зимний период температура верхнего слоя близка к нулевой, однако с целью исключения вероятности охлаждения внешнего контура в зимний период, его необходимо теплоизолировать на глубину до 3,1 м.

В U-образном теплообменнике 10 теплоноситель циркулирует от теплового насоса к источнику тепла за счет разности температур теплоносителя и грунта. В испарителе 11 нагретый в грунте теплоноситель отдает свою тепловую энергию контуру хладагента 12, охлаждается и возвращается к источнику тепла, где вновь нагревается. В испарителе 11 хладагент

нагревается, начинает кипеть и превращается в пар, поступающий в компрессор 13, сжимается и с возрастанием давления температура его повышается. В конденсаторе 14 пар нагревает воду системы отопления и через расширительный клапан 15 возвращается к теплоносителю. Циклы повторяются. Тепловая установка расположена в радиусе действия паровых установок нефтяного месторождения, где располагаются скважина нефтяная 4 и скважина нагнетательная 3, в которую закачивается пар 6 от парогенераторной установки.

Извлеченную тепловую энергию нагретого грунта 16 можно использовать для отопления зданий, сооружений, технологических нужд, подогрева приточного вентиляционного воздуха, горячего водоснабжения (ГВС). Тепловой насос обладает высоким КПД, повышает эффективность использования тепла без затрат на топливо и снижает энергозатраты предприятия.

Пример. В качестве теплоносителя первичного контура теплового насоса используют низкозамерзающую жидкость, например, раствор этиленгликоля с точкой замерзания равной $-13\text{ }^{\circ}\text{C}$. Тепловая мощность Q_0 , получаемая от низкопотенциального источника искусственно нагретого грунта составляет:

$$\begin{aligned} Q_0 &= G \cdot c_p \cdot (t_{\text{в}} - t_{\text{н}}) = w \cdot S \cdot \rho \cdot c_p \cdot (t_{\text{в}} - t_{\text{н}}) = w \cdot \frac{\pi \cdot d^2}{4} \cdot \rho \cdot c_p \cdot (t_{\text{в}} - t_{\text{н}}) \\ &= 0,5 \cdot \frac{3,14 \cdot 0,1^2}{4} \cdot 1005 \cdot 3700 \cdot 5 = 72\,975 \text{ Вт} \end{aligned}$$

где G — расход теплоносителя первичного контура, кг/с; w — скорость потока теплоносителя, принимаем равной 0,5 м/с; ρ — плотность раствора этиленгликоля, равная 1005 кг/м^3 ; c_p — теплоемкость раствора незамерзающей жидкости, например, этиленгликоля, при температуре $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ составляет $3700 \text{ Дж/кг} \cdot ^{\circ}\text{C}$; $t_{\text{в}}$, $t_{\text{н}}$ — температура подающей и возвратной линии теплового насоса, $^{\circ}\text{C}$; разность этих температур ($t_{\text{в}} - t_{\text{н}}$) принимаем равной $5\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Объем отапливаемого здания определяем по укрупненным показателям (для жилых и общественных зданий):

$$Q^{\text{max}} = \alpha V_{\text{зд}} \cdot q \cdot (t_{\text{в}} - t_{\text{н}}),$$

где α — коэффициент, учитывающий район строительства здания $\alpha = 0,54 + 22/(t_{\text{в}} - t_{\text{н}})$; q — удельная тепловая характеристика здания, $\text{кДж}/(\text{м}^3 \cdot ^{\circ}\text{C} \cdot \text{сут.})$, для общественных зданий малой этажностью $q = 42 \text{ кДж}/(\text{м}^3 \cdot ^{\circ}\text{C} \cdot \text{сут.})$ [6]; $t_{\text{в}}$, $t_{\text{н}}$ — температура воздуха внутри помещений и снаружи здания, $^{\circ}\text{C}$, $t_{\text{в}} = 22\text{ }^{\circ}\text{C}$, $t_{\text{н}} = -36\text{ }^{\circ}\text{C}$; $V_{\text{зд}}$ — объем здания, м^3 .

Тепловой насос при принятых исходных данных может быть использован для теплоснабжения здания объемом 2813 м^3 . Для получения требуемо-

го количества тепловой энергии для теплоснабжения жилого поселка на участке может установлено несколько тепловых насосных установок [7].

Извлеченную тепловую энергию нагретого грунта можно использовать для отопления зданий, сооружений, технологических нужд, подогрева приточного вентиляционного воздуха, горячего водоснабжения (ГВС). Тепловой насос обладает высоким КПД, повышает эффективность использования тепла без затрат на топливо и снижает энергозатраты предприятия.

Выводы. Предложен способ извлечения тепловой энергии из искусственно нагретого грунта и может использоваться в качестве альтернативных источников энергии, например, для отопления зданий и сооружений, подогрева приточного вентиляционного воздуха, производства бытовой горячей воды или иное применение.

Технический результат состоит в эффективном извлечении тепловой энергии и использовании искусственно нагреваемого грунта, создаваемого в процессе разработки и эксплуатации месторождения высоковязкой нефти по комбинированному термошахтному способу, для получения дешевой тепловой энергии для нужд населения, в том числе для отопления и бытовых нужд близлежащих поселений.

Библиографический список

1. Способ использования геотермальной энергии «FILL WELL» [Текст] : пат. 2341736 РФ, МПК F24J3/08 / Фисенко В. Н., Фисенко Ю. В., Фисенко Е. В. — № 2006139448/06; заявл. 07.11.2006; опубл. 20.12.2008. — 19 с.: ил.
2. Способ извлечения геотермальной энергии из добытой продукции действующей нефтяной скважины [Текст] : пат. 2592913 РФ, МПК E21B43/34, F24J3/08. / Ахмадиев Р. Н., Гуторов Ю. А. — № 2015121408/03; заявл. 04.06.2015; опубл. 27.07.2016. — 6 с.: ил.
3. Рузин, Л. М. Разработка залежей высоковязких нефтей и битумов с применением тепловых методов [Текст] : учеб. пособие / Л. М. Рузин, О. А. Морозюк. — Ухта : УГТУ, 2015. — 166 с.
4. Комбинированный способ термошахтной разработки месторождения высоковязкой нефти [Текст] : пат. 2425211 РФ, МПК E21B043/24 / Чикишев Г. Ф., Гуляев В. Э., Коноплев Ю. П., Кучумова В. В., Кольцов Е. В., Лисняк С. А., Цгоев К. Н., Чикишев А. Г.; заявитель и патентообладатель ООО «ПечорНИПИнефть», ООО «ЛУКОЙЛ-Коми» — № 2010102539/03; заявл. 13. 01.2010; опубл. 27.07.2011 — 14 с.: ил.
5. Глубина промерзания грунта в г. Усинск [Электронный ресурс] // Центра проектирования сетей и сооружений. — Режим доступа: <http://www.center-pss.ru/goroda/20/usinsk-glpr.htm>
6. СП 50.13330.2012. Тепловая защита зданий. Актуализированная редакция СНиП 23-02-2003 [Электронный ресурс]. — Введ. 2013-07-01 // СПС «Консультант Плюс».
7. Расчет и выбор теплового насоса для отопления лыжной базы [Электронный ресурс] / Т. Л. Леканова [и др]. // Февральские чтения : сб. матер. науч.-практ. конф. ППС Сыктывкарского лесного института по итогам науч.-исследоват. работы в 2014 году. — Сыктывкар : СЛИ, 2015. — С. 284—289.

УДК 697:34

Анализ современного правового регулирования в сфере теплоснабжения показал, что оно призвано обеспечить надежность теплоснабжения и максимальное энерго-сбережение. В работе описано как регулируются правоотношения в сфере тепло-снабжения и даны рекомендации, направленные на повышение эффективности нор-мативно-правового регулирования правоотношений, при их применении.

Ключевые слова: теплоснабжение, правовое регулирование, энергосбережение, Ростехнадзор, услуги, потребитель.

Н. Е. Леканова,
3 курс, направление «Юриспруденция»
(Санкт-Петербургский юридический институт (филиал)
ФГКОУ ВО «Академия Генеральной прокуратуры РФ»)

П. В. Соловьев,
кандидат технических наук, доцент
(Сыктывкарский лесной институт)

НОРМАТИВНО-ПРАВОВЫЕ ОСНОВЫ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ

В связи с климатическими условиями большинство регионов России нуждается в теплоснабжении значительную часть года. Специалисты в области теплоснабжения считают, что техническое состояние теплового хозяйства России находится в критическом состоянии [1]. Поэтому большое значение имеют эффективное нормативно-правовое регулирование и оперативное пресечение правонарушений в сфере теплоснабжения.

Во второй части Гражданского кодекса Российской Федерации [2] энергоснабжению, включающему в себя и теплоснабжение, посвящена целая глава. На теплоснабжение распространяет свое действие и федеральный закон «Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации» [3]. Однако существует специальный федеральный закон «О теплоснабжении» [4], нормы которого имеют приоритетное значение в случае правовой коллизии. В статье мы обратимся еще к одному федеральному закону — «О промышленной безопасности опасных производственных объектов» [5].

Кроме того, в рассматриваемой сфере действует ряд федеральных подзаконных актов. Например, постановление Правительства РФ «Об организации теплоснабжения в Российской Федерации и о внесении изменений в некоторые акты Правительства Российской Федерации», приказы Министерства строительства и жилищно-коммунального хозяйства РФ (Минстроя), приказы Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору РФ (Ростехнадзора), приказы Министерства энергетики

РФ (Минэнерго) и др. Конечно, теплоснабжение может регулироваться также законами субъектов РФ и муниципальными правовыми актами.

Согласно ст. 2 ФЗ «О теплоснабжении», тепловая энергия является энергетическим ресурсом, при потреблении которого изменяются термодинамические параметры теплоносителей (температура, давление). Теплоносители — это пар или вода. Тепловая энергия от своего источника передается теплопотребляющей установке по тепловым сетям. Под теплоснабжением понимается обеспечение потребителей теплоносителем, тепловой энергией.

В сфере теплоснабжения большинство правовых норм императивны, т. е. содержат в себе категоричные правила, которые субъекты не могут изменять в процессе реализации. Однако присутствует и диспозитивное начало: ст. 15 ФЗ «О теплоснабжении» устанавливает, что потребители тепловой энергии приобретают тепловую энергию (мощность) и (или) теплоноситель у теплоснабжающей организации по договору теплоснабжения. В договоре стороны определяют объем тепловой энергии и для поставки, параметры качества теплоснабжения, режим потребления тепловой энергии и др. Договор должен обозначать уполномоченных должностных лиц сторон, которые ответственны за выполнение условий договора и саму ответственность сторон за нарушение договора. Случаи бездоговорного потребления энергии обычно являются правонарушениями, например, если лицо незаконно подключилось к системе теплоснабжения.

Помимо оплаты непосредственно тепловой энергии и теплоносителя ФЗ «О теплоснабжении» предусматривает плату за подключение к системе теплоснабжения новых или реконструированных зданий, строений, сооружений. Однако данная плата не взимается, если реконструкция перечисленных объектов не влечет увеличение тепловой нагрузки.

К общим положениям в сфере теплоснабжения относится также выделение различных систем теплоснабжения: открытых, закрытых и отдельных.

Системы, в которых теплоноситель используется не только для отопления, но и для горячего водоснабжения, называются открытыми. Потребители заключают с теплоснабжающей организацией договор теплоснабжения и поставки горячей воды. К воде в такой системе предъявляются санитарно-эпидемиологические требования. Эксперты оценивают мутность воды, уровень содержания железа в воде.

В закрытых системах теплоснабжения вода из тепловых сетей не набирается, но служит нагревателем для воды из другого источника. Помимо открытых и закрытых, существуют отдельные системы теплоснабжения: в них теплоснабжение и водоснабжение производятся независимо друг от друга, по самостоятельным трубопроводам.

При выборе системы централизованного теплоснабжения городов, населенных пунктов и промышленных узлов от тепловых электростанций и котельных следует руководствоваться «Методическими указаниями по вы-

бору типа системы теплоснабжения с учетом качества воды. РД 34.20.145-92», утвержденными приказом Минтопэнерго РФ от 28.09.1992 [6]. Чтобы правильно выбрать материал для труб, эффективные химические реагенты и тип системы теплоснабжения, нужно знать характеристики используемого теплоносителя. Учитываются коррозионная активность, интенсивность накипеобразования, перманганатная окисляемость воды. Во вторую очередь принимаются во внимание технико-экономические расчеты.

Большое внимание в ФЗ «О теплоснабжении» законодатель уделяет такой характеристике, как надежность теплоснабжения. Теплоснабжение должно быть качественным и безопасным. Кроме того, оценивается «живучесть» системы теплоснабжения, т. е. ее способность работать в аварийных ситуациях, а также после длительных (более 54 часов) остановок. Для бесперебойной работы тепловой системы необходима регулярная промывка тепловых сетей химическими реагентами. Реагенты удаляют с внутренних стенок накопившиеся отложения, ржавчина и накипь. Благодаря этому увеличивается пропускная способность труб, а следовательно уменьшаются затраты на поддержание необходимой температуры [7, с. 166].

Теплоснабжение регулируется также ФЗ «Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации». Тепловую энергию надо беречь и рационально использовать. Энергосбережение достигается не только установкой индивидуальных и коллективных счетчиков, но и изоляцией теплопроводов инновационными материалами с помощью вспененного каучука, герметизацией помещений [7, с. 165].

Обратимся к судебной практике.

Чаще всего судебные тяжбы в сфере теплоснабжения возникают по поводу взыскания задолженности за потребленную тепловую энергию и теплоноситель. С таким требованием в суд обратилось, например, ООО «Тепловые сети Воркуты». Между ООО и Чепелевым С. В. был заключен договор теплоснабжения нежилого помещения — гаража. Задолженность Чепелева С. В. с февраля 2015 г. по март 2016 г. составила почти 67 тыс. руб. Воркутинский городской суд в решении от 21 августа 2017 г. № 2-1783/2017 удовлетворил требование ООО «Тепловые сети Воркуты» и также обязал ответчика Чепелева С. В. возместить судебные расходы истца по оплате государственной пошлины в размере 2207 руб. [8].

Нарушителем не всегда является потребитель тепловой энергии. Согласно ч. 5 ст. 13 упомянутого ФЗ об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности, многоквартирные дома должны быть оснащены коллективными (общедомовыми) приборами учета используемых воды, тепловой энергии и электрической энергии до 1 июля 2012 г. Во исполнение данного положения закона прокурор Княжпогостского района обратился в суд с иском к обществу с ограниченной ответственностью

«ТеплоВодоканал», которое не установила общедомовые приборы учета тепловой энергии и холодной воды в установленный срок. Такие коллективные приборы учета отсутствуют более чем в 100 домах города Емва, которые ООО «Тепловодоканал» снабжает тепловой энергией и водой. При этом ресурсоснабжающая организация (ООО «Тепловодоканал») должна выполнить непосредственную установку приборов, а управляющие организации домов должны заключить с ООО «Тепловодоканалом» договоры по установке приборов, оплатить услуги по установке и сами приборы. Согласно решению Княжпогостского районного суда № 2-391/2017 от 26 июня 2017 г., «ТеплоВодоканал» обязан оснастить дома коллективными приборами тепловой энергии и холодной воды [9].

В сфере теплоснабжения государство применяет жесткое императивное регулирование, особенно в отношении опасных производственных объектов. Наиболее эффективно нарушения выявляются в ходе внеплановых выездных проверок. Так, инспектор Воркутинского территориального отдела Печорского управления Ростехнадзора провел проверку в отношении муниципального унитарного предприятия «Котельные» городского округа «Воркута». Предприятие эксплуатирует опасный производственный объект. Были выявлены нарушения ФЗ «О промышленной безопасности опасных производственных объектов» и «Правил промышленной безопасности опасных производственных объектов, на которых используется оборудование, работающее под избыточным давлением» [10], утвержденных приказом Ростехнадзора от 25.03.2014 № 116. В частности, не проведены экспертизы промышленной безопасности паровых котлов; ленточный конвейер подачи угля не оборудован устройством для автоматической остановки конвейера с любой точки конвейера; нарушена изоляция трубопровода котлоагрегата. Постановлением Воркутинского городского суда от 20.11.2015 № 5-591/2015 МУП «Котельные» МО ГО «Воркута» было признано виновным в совершении административного правонарушения, предусмотренного ч. 1 ст. 9.1 КоАП РФ (нарушение требований промышленной безопасности опасных производственных объектов). Предприятию назначен крупный административный штраф [11].

Таким образом, теплоснабжение — сфера, прежде всего, императивного регулирования ввиду большой значимости для населения. Правовое регулирование призвано обеспечить надежность теплоснабжения и максимальное энергосбережение. Надзирающие органы, например, прокуратура и Ростехнадзор, активно выявляют и пресекают правонарушения со стороны ресурсоснабжающих и обслуживающих тепловых организаций. Правоотношения теплоснабжения отчасти регулируются договором, но закон предусматривает длинный список существенных условий, которые должны быть отражены в договоре, а также ответственность за нарушение договора теплоснабжения любой из сторон.

Библиографический список

1. Некрасов, А. С. Современное состояние теплоснабжения России / А. С. Некрасов [и др.]. // Проблемы прогнозирования. — 2011. — С. 30—35.
2. Гражданский кодекс Российской Федерации (часть вторая) [Электронный ресурс] : федеральный закон Российской Федерации от 26 января 1996 г. № 14-ФЗ (с изм. и доп.) // СПС «КонсультантПлюс».
3. Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации [Электронный ресурс] : федеральный закон Российской Федерации от 23 ноября 2009 г. № 261-ФЗ (с изм. и доп.) // СПС «КонсультантПлюс».
5. О теплоснабжении [Электронный ресурс] : федеральный закон Российской Федерации от 27 июля 2010 г. № 190-ФЗ (с изм. и доп.) // СПС «КонсультантПлюс».
6. О промышленной безопасности опасных производственных объектов [Электронный ресурс] : федеральный закон Российской Федерации от 21 июля 1997 г. № 116-ФЗ (с изм. и доп.) // СПС «КонсультантПлюс».
7. Об утверждении «Методических указаний по выбору типа системы теплоснабжения с учетом качества воды. РД 34.20.145-92» [Электронный ресурс] : приказ. Минтопэнерго Российской Федерации от 28 сентября 1992 г. (с изм. и доп.) // СПС «КонсультантПлюс».
8. Галиев, Р. Р. Инновационные технологии в сфере ЖКХ и архитектурно-строительном комплексе [Текст] / Р. Р. Галиев // Вестник УГНТУ. Наука, образование, экономика. — 2014. — С. 165—168.
9. Решение Воркутинского городского суда от 21 августа 2017 года № 2-1783/2017.
10. Решение Княжпогостского районного суда от 26 июня 2017 года № 2-391/2017.
11. Об утверждении Федеральных норм и правил в области промышленной безопасности «Правила промышленной безопасности опасных производственных объектов, на которых используется оборудование, работающее под избыточным давлением» [Электронный ресурс] : приказ Ростехнадзора от 25 марта 2014 г. № 116 (с изм. и доп.) // СПС «КонсультантПлюс».
12. Постановление Воркутинского городского суда от 20 ноября 2015 г. № 5-591/2015.

СЕКЦИЯ «ТРАНСПОРТНЫЕ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ МАШИНЫ»

УДК 519.6:630

Предложена процедура имитационного моделирования для оценки неопределенности запаса древесины при таксации лесосек посредством сплошного либо ленточного перечета. Для демонстрации результатов применения предложенной процедуры проведены численные расчеты в программной среде MATLAB.

Ключевые слова: имитационное моделирование, лесозаготовка, таксация.

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

ОЦЕНКА НЕОПРЕДЕЛЕННОСТИ ЗАПАСА ДРЕВЕСИНЫ ПРИ ТАКСАЦИИ ЛЕСОСЕК СПОСОБОМ ПЕРЕЧЕТА

В соответствии с наставлением по отводу и таксации лесосек [1, с. 10] могут использоваться либо материалы лесоустройства, либо перечетные ведомости деревьев, составленные таксатором при отводе и таксации лесосек в натуре.

При использовании материалов лесоустройства в зависимости от способа таксации леса, применяемого при составлении материалов лесоустройства, в приложении 8 лесоустроительной инструкции [2, с. 43] даны следующие оценки неопределенности (точности) запаса древесины для доверительной вероятности $P_{\text{дов}} = 0,68$: глазомерно-измерительный — 15 %, глазомерный — 20 %, актуализации — 25 %, дешифровочный — 30 %.

При использовании перечетных ведомостей деревьев в наставлении по отводу и таксации лесосек указано, что суммарная площадь ленточных перечетов должна составлять не менее 8 % общей площади лесосек, что позволяет обеспечить 10 % неопределенность запаса древесины [1, с. 12, 23].

Очевидно, что чем больше процент суммарной площади ленточного перечета лесосеки, тем выше точность определения запаса древесины на лесосеке. Для определения данной зависимости предлагается математическая модель, апробация которой проведена на производственных материалах в программной среде MATLAB.

В описываемой математической модели считается заданным лесосека Θ , в пределах которой заданы выделы Θ^i с границами G^i и площадями S^i , где $i = 1, 2, \dots, I$. Для отвода и таксации Θ лесосеки в натуре задается лента перечета \bar{L} площадью \bar{S} , определяющая площади \bar{S}^i пересечений площа-

ди ленты перечета с площадями выделов S^i , а также рассчитываются соответствующие коэффициенты неполноты перечета $k_{непол}^i = \frac{\bar{S}^i}{S^i}$.

Для каждого выдела Θ^i и породы $N^{k(i)}$ составляется эмпирическая ведомость перечета деревьев по диаметрам

$$W^{k(i)} = (d_j^{k(i)}, n_{j,дел}^{k(i)}, n_{j,др}^{k(i)}),$$

где $d_j^{k(i)}$ — диаметры деревьев из диапазона изменения $\{d_1^{k(i)}; d_2^{k(i)}; \dots; d_{m(k(i))}^{k(i)}\}$; $n_{j,дел}^{k(i)}$ — количество деловых деревьев $d_j^{k(i)}$ диаметра; $n_{j,др}^{k(i)}$ — количество дровяных деревьев $d_j^{k(i)}$ диаметра, $k(i) = 1, 2, \dots, K(i)$.

Рассчитывается густота ведомости перечета:

$$\bar{G}^{k(i)} = \sum_{j=1}^{m(k(i))} (n_{j,дел}^{k(i)} + n_{j,др}^{k(i)})$$

На основе модельных деревьев $M^{k(i)}$ ведомости перечета $W^{k(i)}$, где $M^{k(i)} \subset W^{k(i)}$, определяется средний диаметр $d^{k(i)}$, средняя высота $h^{k(i)}$. Затем, используя существующее лесотаксационное районирования, для $k(i)$ породы выбирается соответствующая таблица разряда высот и сортиментная таблица. На основе таблицы разряда высот по среднему диаметру $d^{k(i)}$ и средней высоте $h^{k(i)}$ на основе соответствующего алгоритма определяется разряд высот $r^{k(i)}$ [3, с. 1—7]. Используя найденный разряд высот $r^{k(i)}$, выбирается соответствующий раздел из сортиментной таблицы, который определяет диапазон изменения диаметров деревьев $\{d_1^{r^{k(i)}}; d_2^{r^{k(i)}}; \dots; d_{m(r^{k(i)})}^{r^{k(i)}}\}$ и средний объём ствола для соответствующих диаметров $\{q_1^{r^{k(i)}}; q_2^{r^{k(i)}}; \dots; q_{m(r^{k(i)})}^{r^{k(i)}}\}$, где $m(r^{k(i)})$ — количество размеров диаметров деревьев в выбранной сортиментной таблице.

Для определения запаса древесины ведомости перечета $W^{k(i)}$ необходимо согласовать диапазон диаметров деревьев ведомости перечета и сортиментной таблицы посредством расширения диапазона значений сортиментной таблицы.

Если $d_1^{k(i)} < d_1^{r^{k(i)}}$, то в сортиментной таблице определяются дополнительные диаметры $\{d_1^{k(i)}; d_1^{k(i)} + 4; \dots; d_1^{r^{k(i)}} - 8; d_1^{r^{k(i)}} - 4\}$. Если $d_{m(k(i))}^{k(i)} > d_{m(r^{k(i)})}^{r^{k(i)}}$, то в сортиментной таблице определяются дополнительные диаметры $\{d_{m(r^{k(i)})}^{r^{k(i)}} + 4; d_{m(r^{k(i)})}^{r^{k(i)}} + 8; \dots; d_{m(k(i))}^{k(i)} - 4; d_{m(k(i))}^{k(i)}\}$. Для этих диаметров, используя диаметры сортиментной таблицы $\{d_1^{r^{k(i)}}; d_2^{r^{k(i)}}; \dots; d_{m(r^{k(i)})}^{r^{k(i)}}\}$, определяется полиномиальная зависимость объемов деревьев от диаметров. На основе

найденной зависимости рассчитываются соответствующие значения объемов деревьев $\{q(d_1^{k(i)}); q(d_1^{k(i)} + 4); \dots; q(d_1^{r^{k(i)}} - 8); q(d_1^{r^{k(i)}} - 4)\}$ и $\{q(d_{m(r^{k(i)})}^{r^{k(i)}} + 4); \dots; q(d_1^{r^{k(i)}} - 4); q(d_{m(k(i))}^{k(i)})\}$.

Обозначим найденный согласованный диапазон изменения объемов деревьев сортиментной таблицы посредством выражения $\{q_1^{k(i)}; q_2^{k(i)}; \dots; q_{m(k(i))}^{k(i)}\}$.

Очевидно, что ведомость перечета $W^{k(i)}$ определяет соответствующий эмпирический ряд $F_{k(i)}^{\text{эмп}}(d_j^{k(i)})$ распределения деревьев $N^{k(i)}$ породы по диаметрам $d_j^{k(i)}$, где $f_{k(i)}^{\text{эмп}}(d_j^{k(i)}) = \frac{n_{j,\text{дел}}^{k(i)} + n_{j,\text{др}}^{k(i)}}{\sum_{j=1}^{m(k(i))} (n_{j,\text{дел}}^{k(i)} + n_{j,\text{др}}^{k(i)})}$.

Как было показано в [5, с. 4] эмпирический ряд $F_{k(i)}^{\text{эмп}}(d_j^{k(i)})$ позволяет определить запас древесины ведомости перечета $\bar{q}^{k(i)} = \bar{G}^{k(i)} \cdot \bar{q}_e^{r^{k(i)}}$, где $\bar{q}_e^{r^{k(i)}} = \sum_{j=1}^{m(k(i))} q_j^{k(i)} \cdot f_{k(i)}^{\text{эмп}}(d_j^{k(i)})$ — единичность запаса ведомости перечета, $\bar{G}^{k(i)}$ — густота ведомости перечета.

Определим соотношением $s^{k(i)} = \text{ceil}\left(\frac{\bar{S}^i}{\bar{G}^{k(i)}}\right)$ среднюю площадь, которую занимает одно дерево $N^{k(i)}$ породы, где $\text{ceil}(x)$ — функция, определяющая ближайшее целое большее или равное значению x .

Для выявления искомой зависимости используется метод имитационного моделирования множества ведомостей перечета $\{W_t^{k(i)}(l)\}$, которые могут быть смоделированы для допустимого множества лент перечета $\{L_l\}$.

Для определения множества $\{L_l\}$ выберем $k_{\max}(i)$ породу с максимальной густотой $\bar{G}_{\max}^{k(i)}$, обладающей соответственно минимальной площадью $s_{\min}^{k(i)}$. Затем рассчитывается густота выдела $G^{k(i)} = \text{ceil}\left(\frac{S^i \cdot \bar{G}_{\max}^{k(i)}}{\bar{S}^i}\right)$ и определяется множество $\{L_l\}$, элемент которого L_l характеризуется густотой l и площадью $s^l = s_{\min}^{k(i)} \cdot l$, где $l = 1, 2, \dots, G^{k(i)}$.

Эмпирический ряд $F_{k(i)}^{\text{эмп}}(d_j^{k(i)})$ распределения деревьев $N^{k(i)}$ породы по диаметрам $d_j^{k(i)}$ аппроксимируем функцией бета-распределения $B(d_j^{k(i)} < x | \alpha^{k(i)}, \beta^{k(i)})$ [4, с. 1—8].

Зададим количество имитаций ведомости перечета $t = [1, 2, \dots, T]$ и для каждого элемента L_l смоделируем множество ведомостей перечета $\{W_t^{k(i)}(l)\}$, используя процедуру рандомизации $R(B(d_j^{k(i)}(t) < x | \alpha^{k(i)}, \beta^{k(i)}, l^{k(i)}))$, генерирующую t — выборку бета-распределения $B(d_j^{k(i)} < x | \alpha^{k(i)}, \beta^{k(i)})$ объемом $l^{k(i)}$, где $l^{k_{\max}(i)} = 1, 2, \dots, G^{k(i)}$ для $k_{\max}(i)$ и $l^{k(i)} = \text{floor}\left(\frac{l^{k_{\max}(i)} \cdot s_{\min}^{k(i)}}{s^{k(i)}}\right)$ для $k(i) \neq k_{\max}(i)$.

Для каждой ведомости перечета $W_t^{k(i)}(l)$ рассчитаем запас древесины $q_t^{k(i)}(l) = l^{k(i)} \cdot q_e^{r^{k(i)}}(t)$, где $q_e^{r^{k(i)}}(t) = \sum_{j=1}^{m(k(i))} q_j^{k(i)} \cdot R(B(d_j^{k(i)}(t) < x | \alpha^{k(i)}, \beta^{k(i)}, l^{k(i)}))$ единичность сгенерированной t -выборки бета-распределения $B(d_j^{k(i)} < x | \alpha^{k(i)}, \beta^{k(i)})$ объемом $l^{k(i)}$. Затем определим запас древесины L_l ленты перечета $q_t^i(l) = \sum_{k(i)=1}^{K(i)} q_t^{k(i)}(l)$. Для множества запасов древесины $\{q_t^i(l)\}$

определяется средний запас древесины $\bar{q}^i(l) = \frac{1}{T} \cdot \sum_{t=1}^T q_t^i(l)$, стандарт запаса

$$\sigma^i(l) = \sqrt{\frac{1}{T} \cdot \sum_{t=1}^T (q_t^i(l) - \bar{q}^i(l))^2} \text{ и коэффициент вариации запаса } v^i(l) = \frac{\sigma_T^i(l)}{\bar{q}_T^i(l)}.$$

Очевидно, что множество $\{s^l, v^i(l)\}$ задает искомую зависимость точности определения запаса древесины выдела $v^i(l)$ от площади ленты перечета s^l . Однако данная зависимость представлена в эмпирическом виде, поэтому для представления полученной зависимости в аналитическом виде $\hat{v}^i(l) = \varphi(s^l)$ предлагается кусочно-аддитивная аппроксимация с обратным преобразованием независимой переменной $\tilde{s}^l = \frac{1}{s^l}$, которая с хорошей обусловленностью аппроксимирует эмпирическую зависимость $\{s^l, v^i(l)\}$.

При отводе и таксации лесосеки ведомости перечета $W^{k(i)}$ представлены в единственном экземпляре, поскольку отвод и таксация лесосеки производится однократно. С учетом этого для оценки достоверности определения коэффициента вариации $\hat{v}^i(l)$ ленты перечета L_l задается множество доверительных вероятностей $\{P_p^{\text{доб}}\}$. Затем рассчитывается $N_p(l)$ объем выборки ведомостей перечета для достоверного определения коэффициента вариации

$$\hat{v}^i(l) \text{ с доверительной вероятностью } P_p^{\text{доб}}, \text{ где } N_p(l) = \text{ceil}\left[\frac{(G_{P_p^{\text{доб}}})^2 \cdot v^i(l)^2}{(1 - P_p^{\text{доб}})^2}\right] \text{ и}$$

$G_{P_p^{\text{дов}}}$ — граница доверительного интервала [6, с. 56]. Если объем выборки ведомостей перечета $N_p(l) = 1$, то коэффициента вариации $\hat{v}^i(l)$ определен достоверно с доверительной вероятностью $P_p^{\text{дов}}$.

Для практического использования предложенной математической модели были проведены расчеты определения зависимости вариации запаса древесины выдела $v^i(l)$ от площади ленты перечета s^l для девяти вариантов количества итераций $K \in [100; 200; 300; 400; 500; 600; 700; 800; 900; 1000]$. При этом определялись максимальное абсолютное и относительное отклонения, стандарт и вариация разностей значений вариаций предыдущей и последующей зависимости вариаций от площади перечета. В результате анализа зависимости этих параметров от количества итераций было выбрано для последующего использования при обработке производственных материалов данных $K = 400$, поскольку при данном значении достигается первый минимум значения стандарта разностей вариаций (рис. 15).

Для проверки адекватности предложенной математической модели точности определения запаса древесины на лесосеке ленточным перечетом, проведены численные расчеты в программной среде MATLAB.

При расчетах проводился сравнительный анализ использования рядов распределения деревьев по диаметрам по материалам таксатора и таблиц Мошкалева и европейского Северо-Востока. Анализ показал повышение точности определения запаса при использовании материалов таксатора.

В первом приложении приведены ведомости ленточного перечета деревьев ели, пихты и березы для выдела № 19 в квартале № 19 Вольдинского участкового лесничества Помоздинского лесничества РК, которые использовались при расчетах.

На рис. 1—15 приводятся результаты численных расчетов при количестве имитаций $K = 400$, которые хранятся в базе данных в формате JPEG image и Portable Network Graphics.

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

Во-первых, предложенная математическая модель имитационного моделирования позволяет на основе заданной ведомости перечета деревьев оценить посредством коэффициента вариации неопределенность запаса древесины на лесосеке.

Во-вторых, вариация запаса древесины на лесосеке зависит от площади и полноты древостоя лент перечета, уменьшаясь при их увеличении.

В-третьих, получаемая оценка неопределенности запаса древесины позволяет оценить неопределенность планируемого объема заготовки круглых лесоматериалов на лесосеке лесозаготовительного предприятия.

Приказ Рослесхоза от 15 июня 1993 г. № 155, приложение № 3

Ведомость перечета деревьев, назначенных в рубку

Лесничество Ломоздинское участковое лесничество Вольдинское целевое назначение лесов эксплуатационные
 хозяйство (секция) хвойное квартал № 19 лесосека 2016 года Лесная дорога 2 выдел № 19
 экспл. площадь выдела (делянки) 1,8 га Вид пользования лесов заготовка древесины способ рубки слесная
 Перечет: сплошной, ленточный, круговыми площадками постоянного радиуса (нужное подчеркнуть) № лент - Длина лент - м
 ширина лент - № круговых площадок - радиус площадок - число площадок - площадь перечета 0,8 га
 Число семенных куртин, полос - их площадь 0,2 га Способ восстановления леса -
 Способ очистки -

Ступень толщины, см	Число деревьев по породам, шт.										Модельные деревья для определения разряда высот					
	Ель		Пихта		Береза		древяных	деловых	древяных	деловых	древяных	древяных	порода	диаметр с округлением до 1 см	высота с округлением М до 0,5 м	разряд высот
	древяных	деловых	древяных	деловых	древяных	деловых										
8	18													8	11,0	IV
12	30	3	3		4		3							12	13,0	IV
16	53	6	1		11		7							16	15,0	IV
20	82	24	3		26		13							20	17,0	IV
24	61	14	3		24		19							24	18,0	IV
28	10	2	1		10		12							28	19,0	IV
32	4				10		4							32	22,0	IV
36	2				2									36	24,0	IV
40														12	13,0	IV
44														16	16,0	IV
48														20	17,0	IV
52														24	18,0	IV
56														28	19,0	IV
60														12	16,0	V
64														16	17,0	V
68														20	17,0	V
72														24	18,0	V
76														28	19,0	V
80														32	20,0	V
Итого	260	49	11		87		58							36	20,0	V

Дата: _____

Перечет произвели: _____

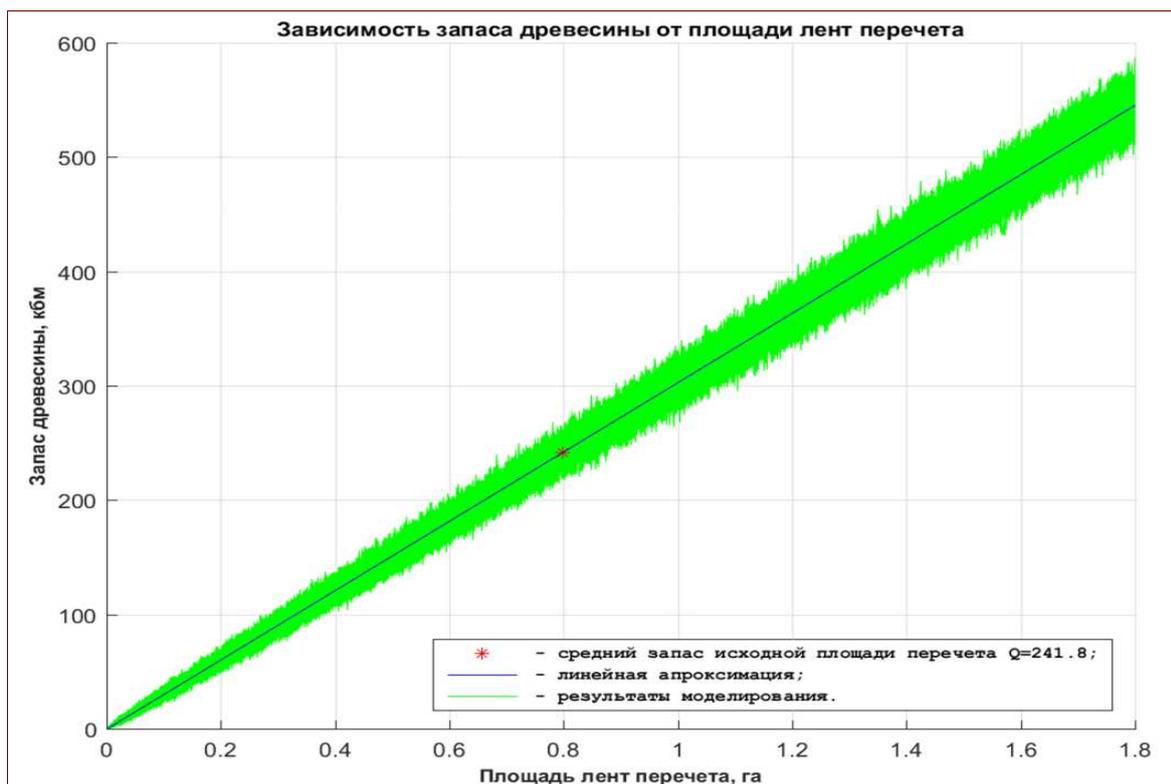


Рис. 1. Имитационное моделирование запаса древесины на основе распределения деревьев по диаметрам (Мошкалев)

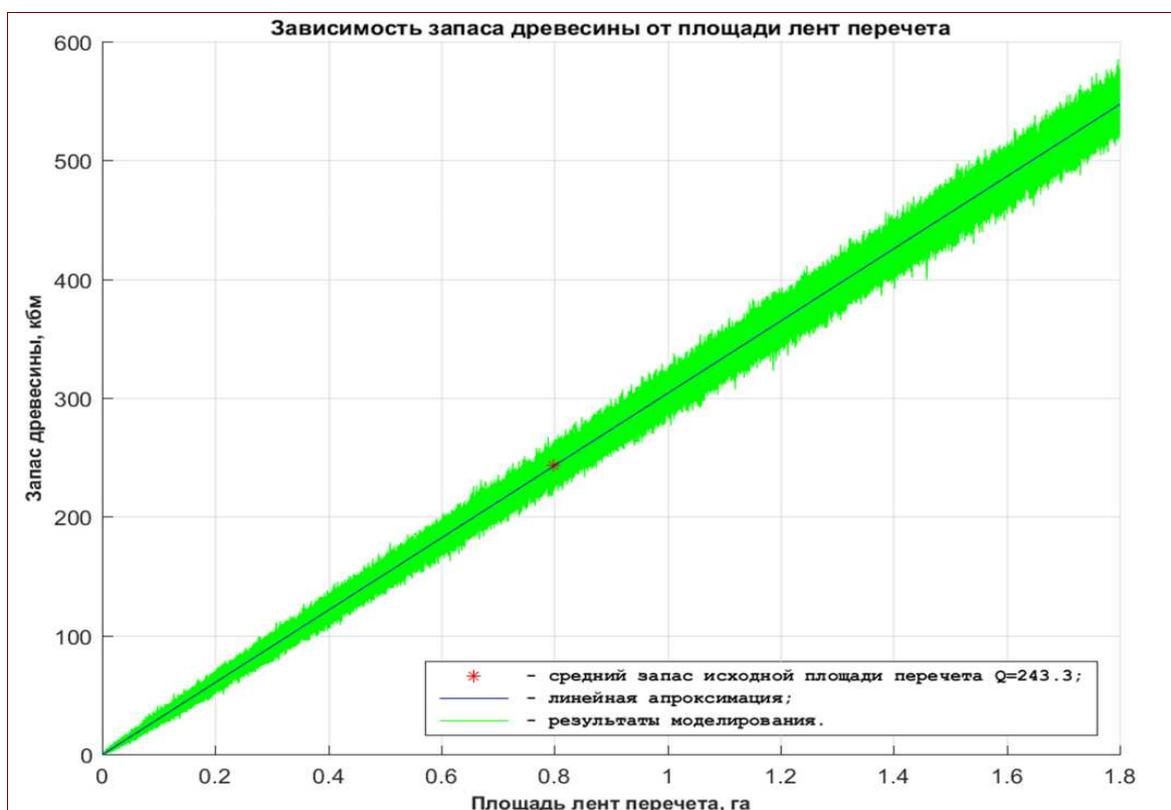


Рис. 2. Имитационное моделирование запаса древесины на основе распределения деревьев по диаметрам (Европейский Северо-Восток)

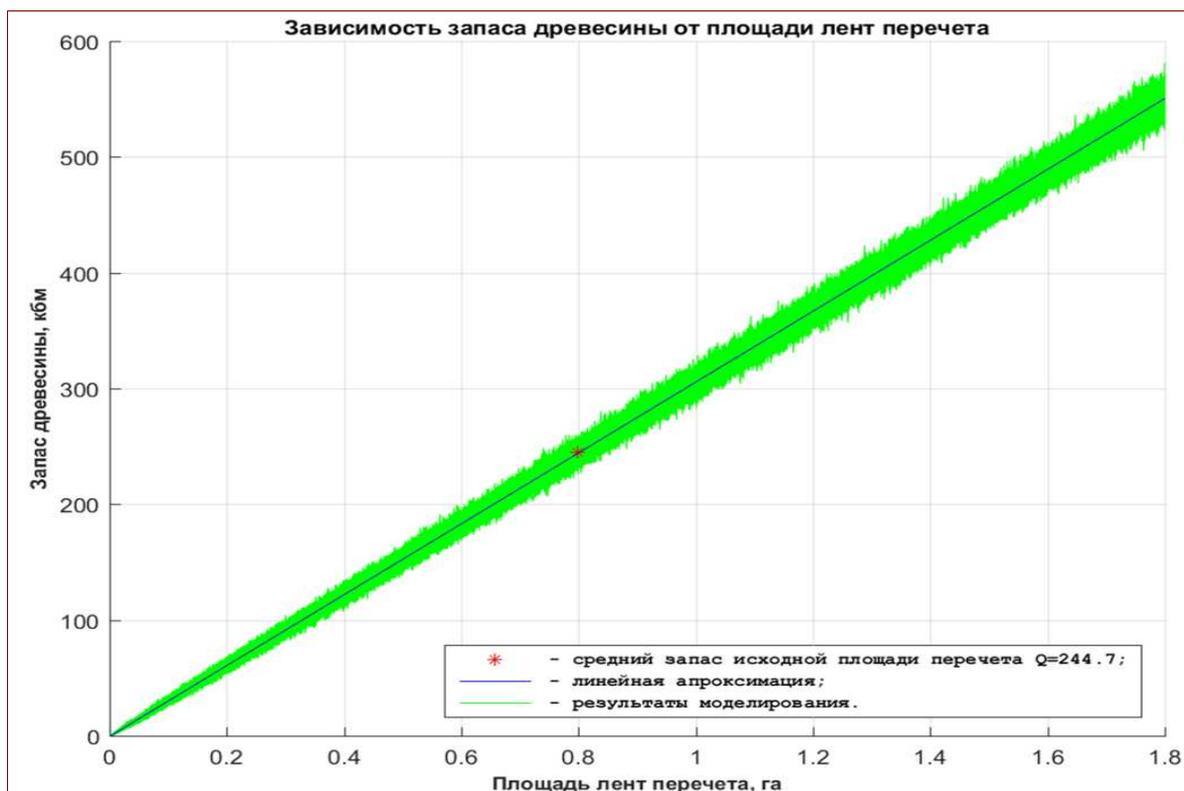


Рис. 3. Имитационное моделирование запаса древесины на основе распределения деревьев по диаметрам (материалы таксатора)

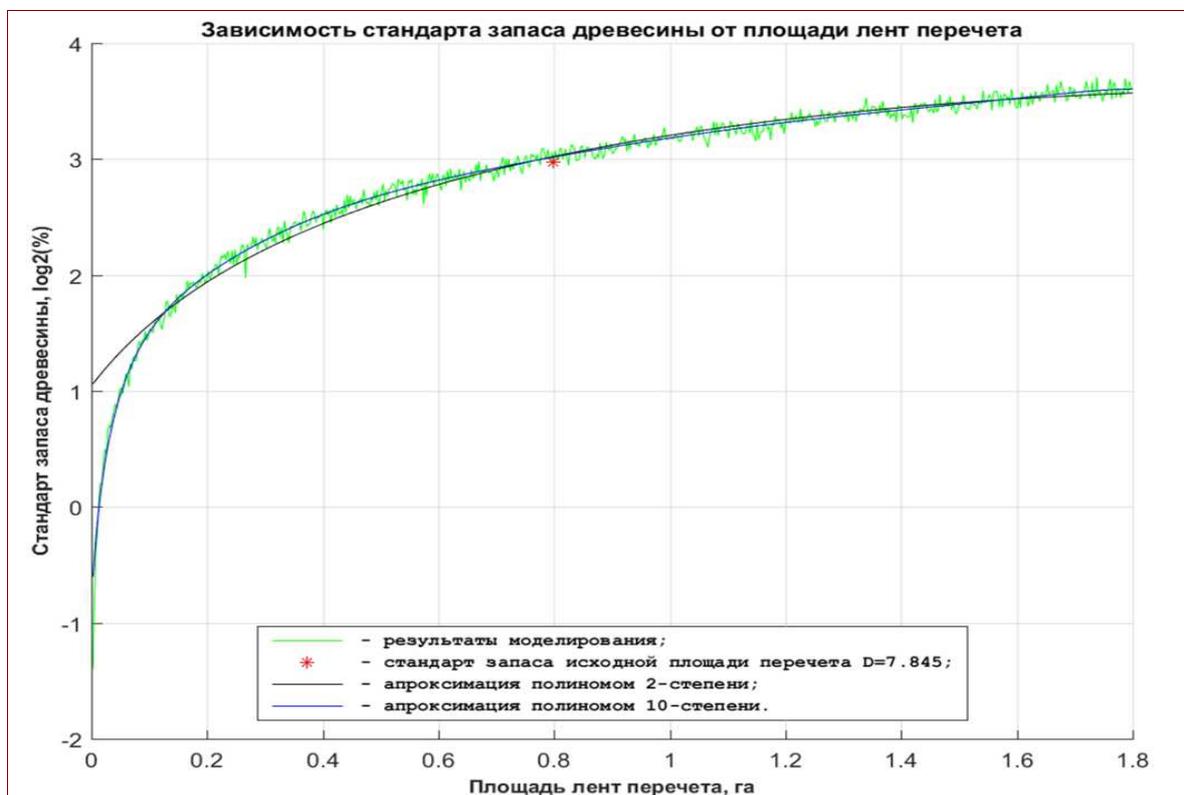


Рис. 4. Имитационное моделирование стандарта запаса древесины на основе распределения деревьев по диаметрам (Мошкалев)

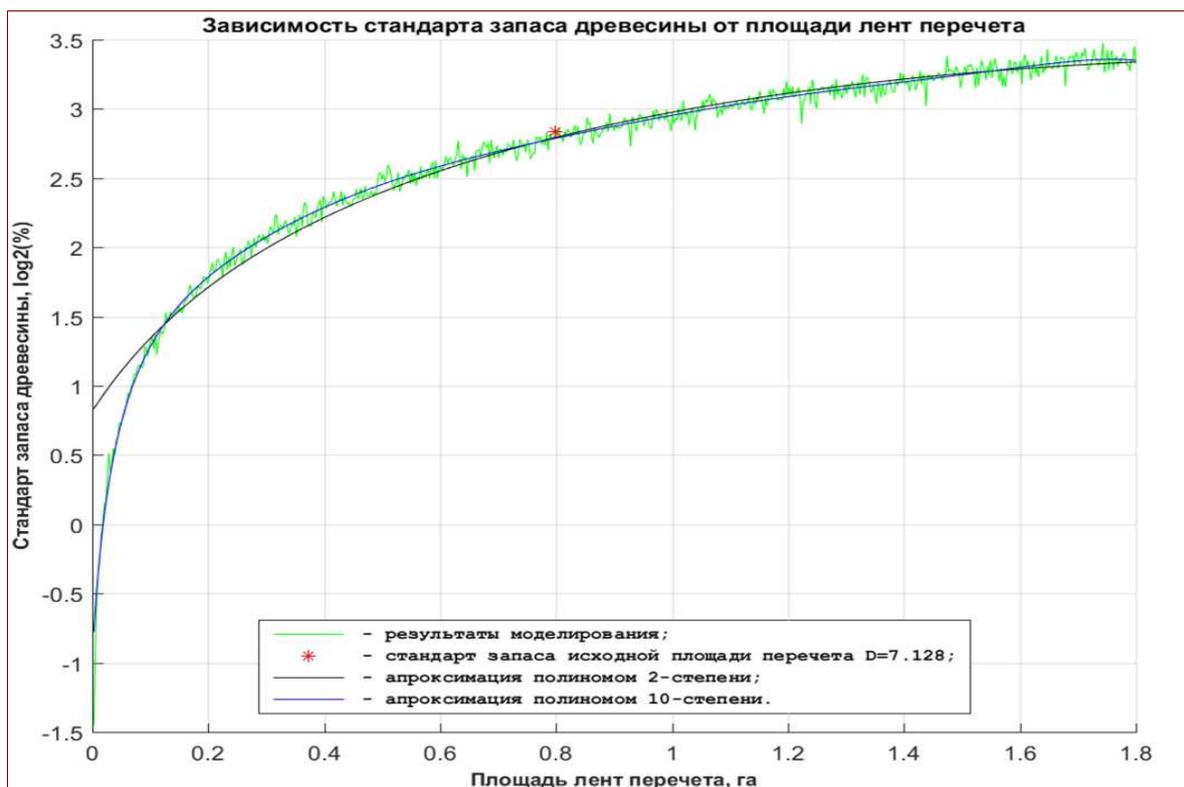


Рис. 5. Имитационное моделирование стандарта запаса древесины на основе распределения деревьев по диаметрам (Европейский Северо-Восток)

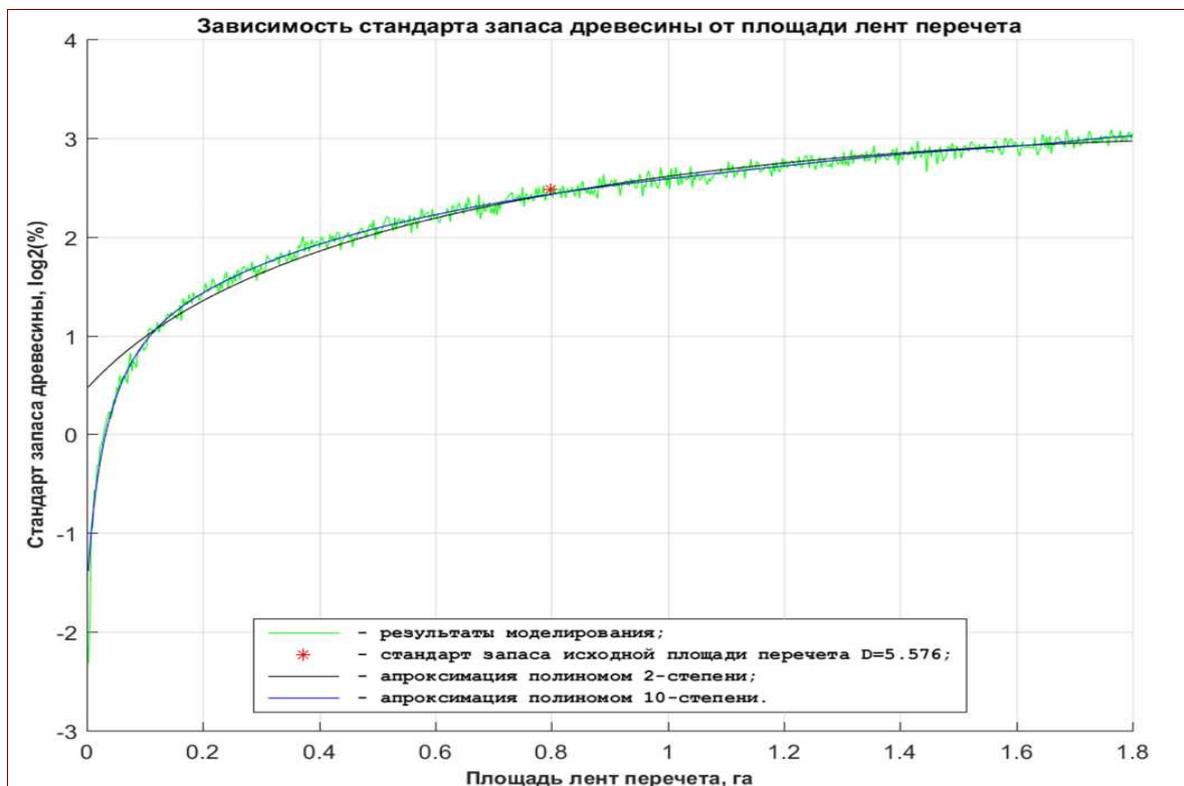


Рис. 6. Имитационное моделирование стандарта запаса древесины на основе распределения деревьев по диаметрам (материалы таксатора)

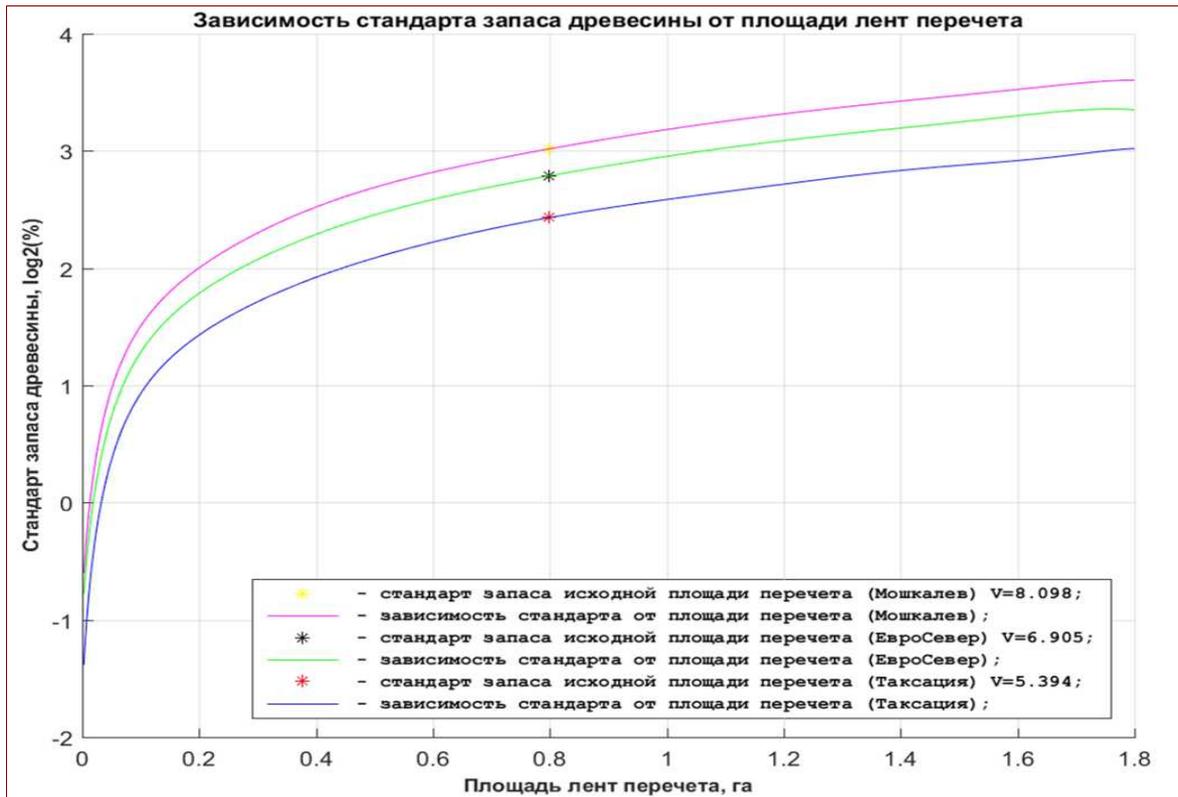


Рис. 7. Сравнительный анализ имитационного моделирования стандарта запаса древесины

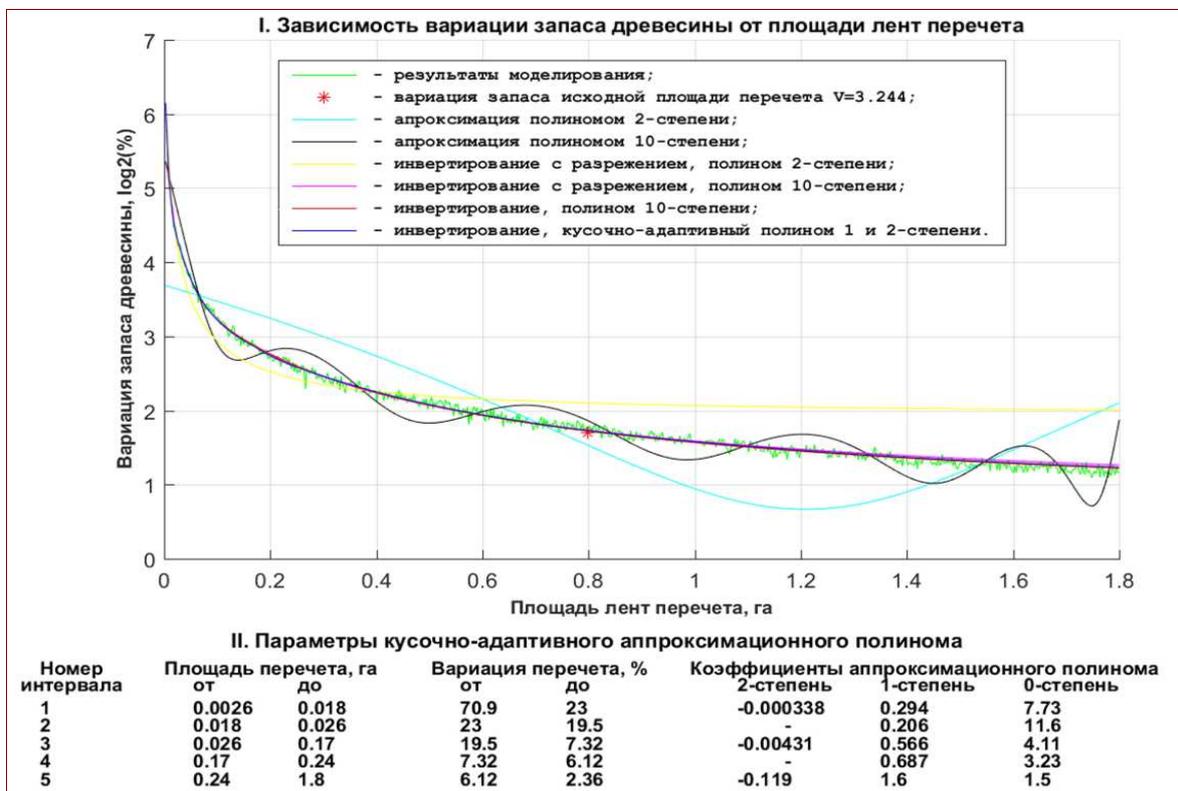


Рис. 8. Имитационное моделирование вариации запаса древесины на основе распределения деревьев по диаметрам (Мошкалев)

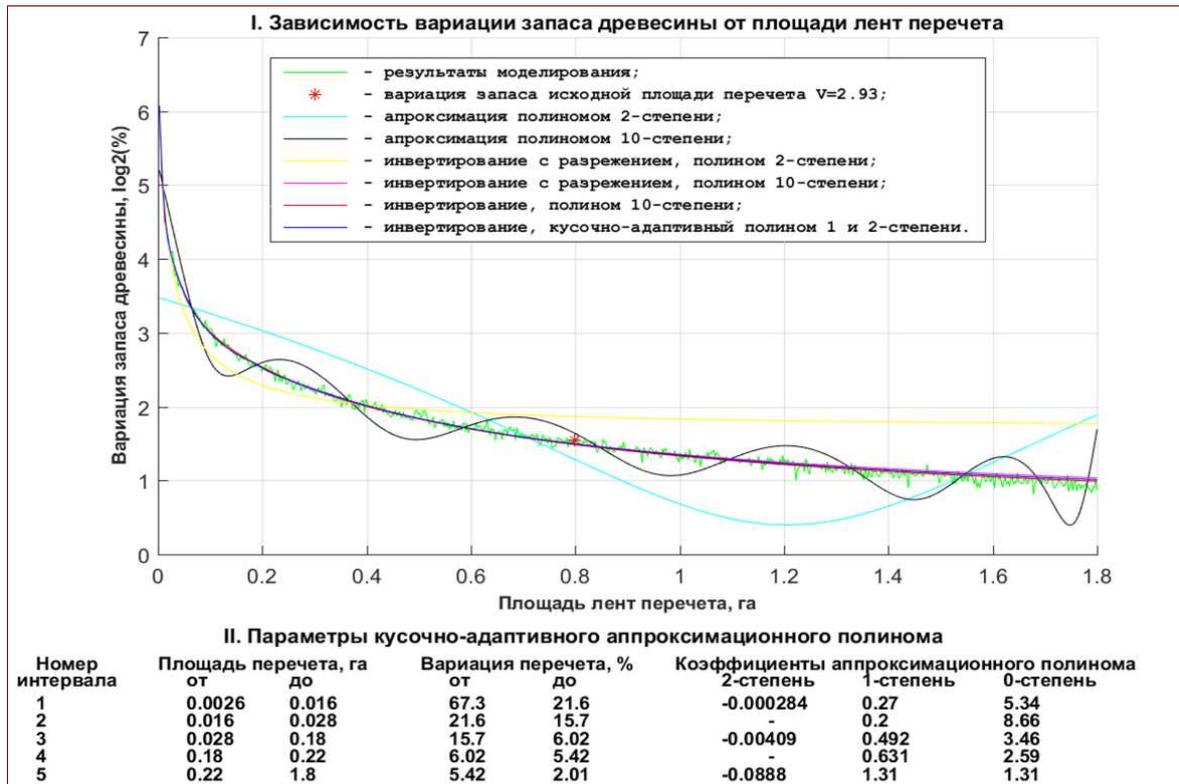


Рис. 9. Имитационное моделирование вариации запаса древесины на основе распределения деревьев по диаметрам (Европейский Северо-Восток)

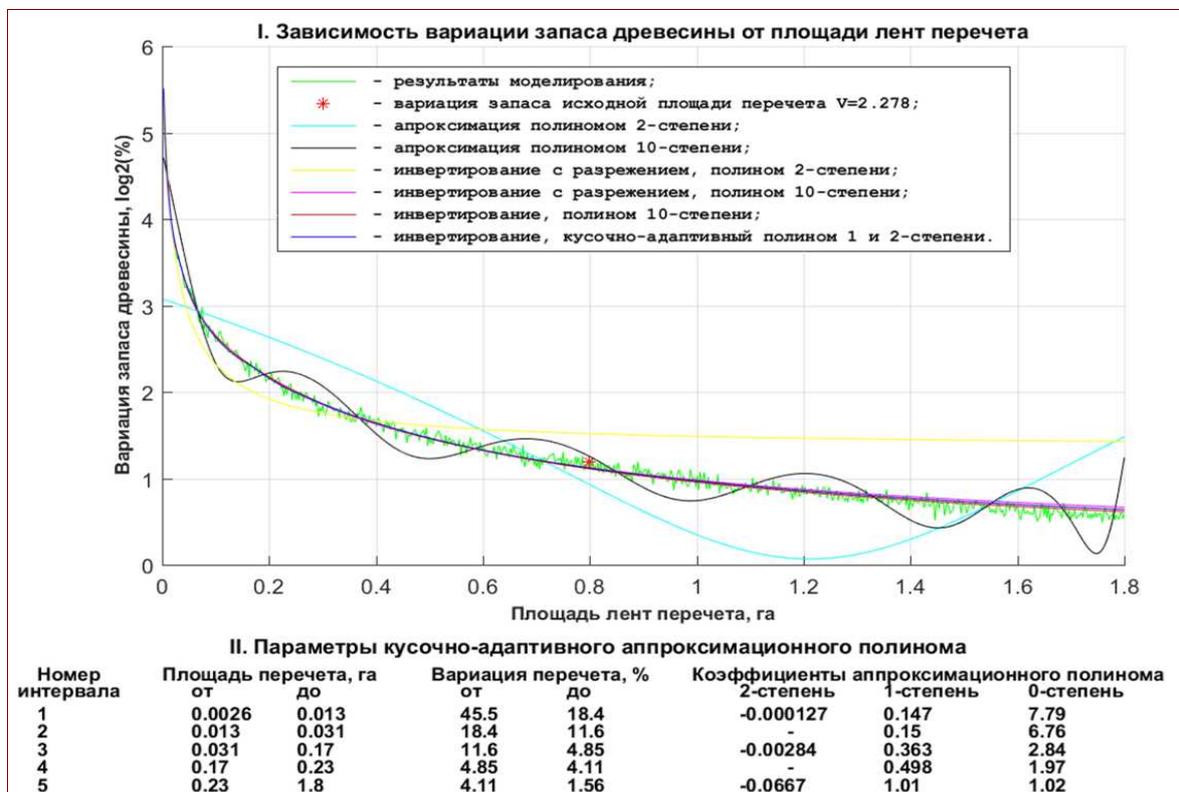


Рис. 10. Имитационное моделирование вариации запаса древесины на основе распределения деревьев по диаметрам (материалы таксатора)

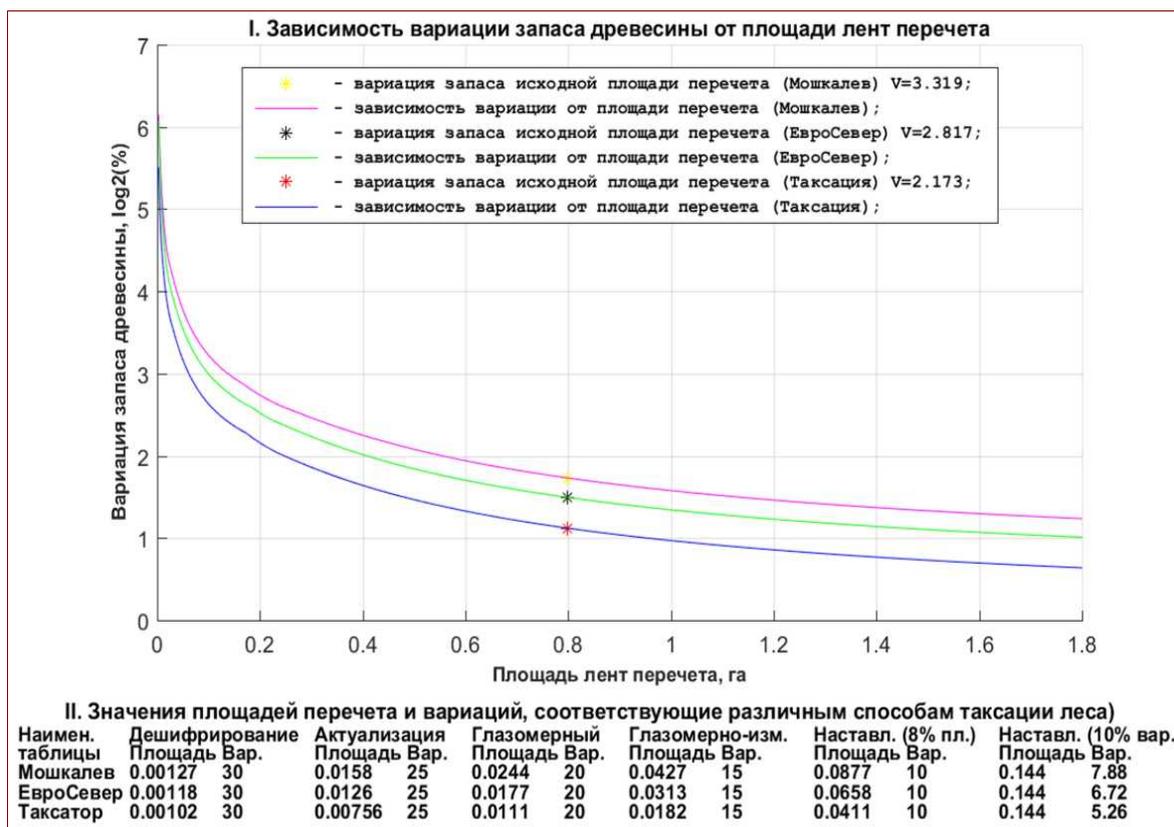


Рис. 11. Сравнительный анализ имитационного моделирования вариации запаса древесины.

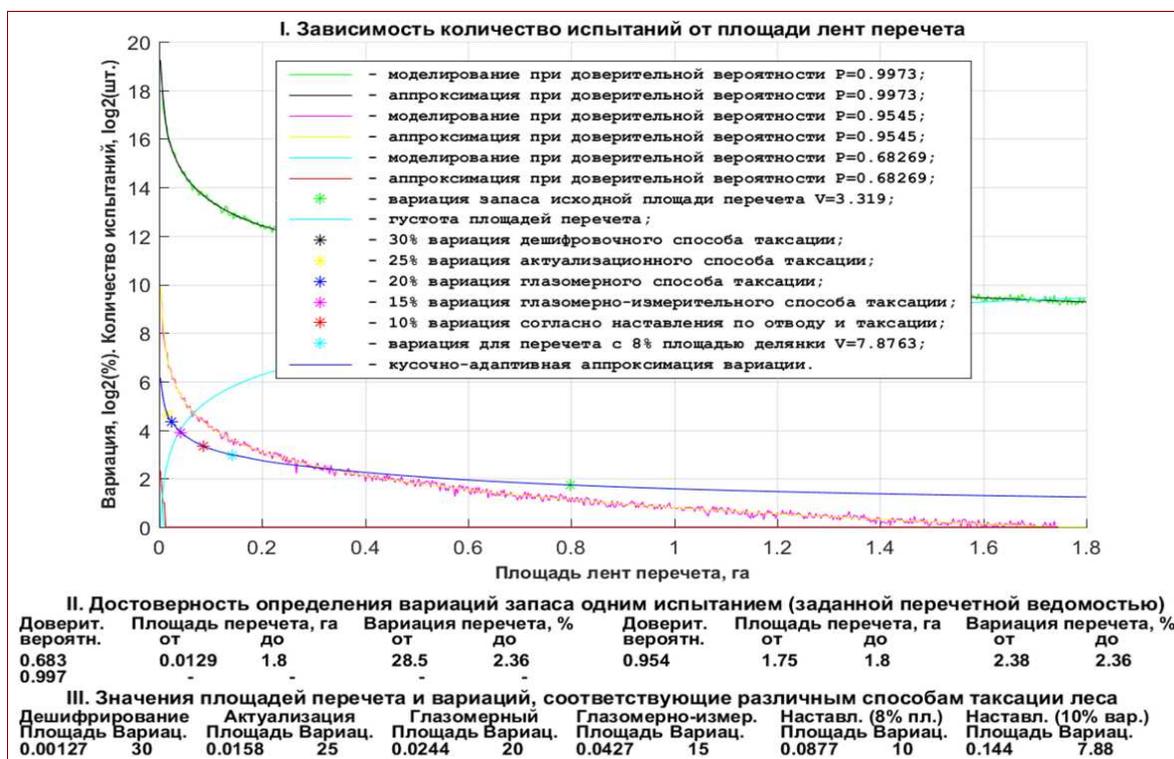


Рис. 12. Связь достоверности определения вариаций с заданной ведомостью перечета таксатора (Мошкалев)

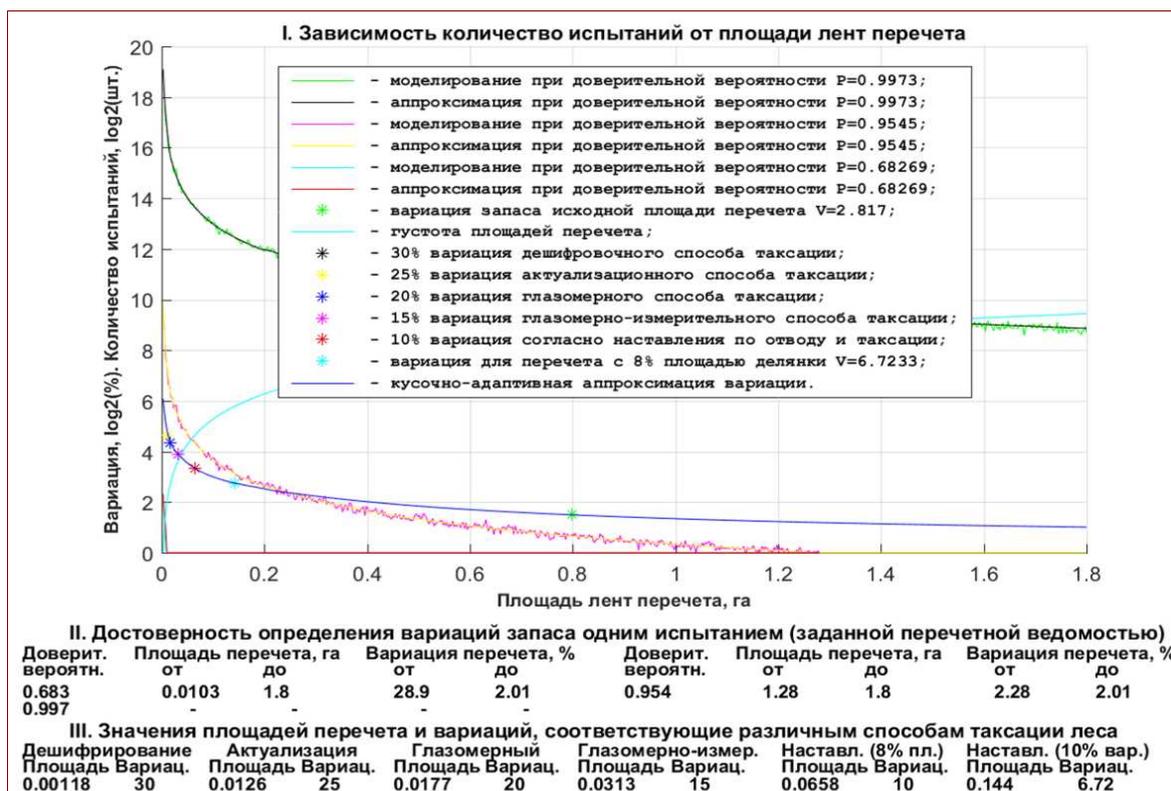


Рис. 13. Связь достоверности определения вариаций с заданной ведомостью перече́та таксатора (Европейский Северо-Восток)

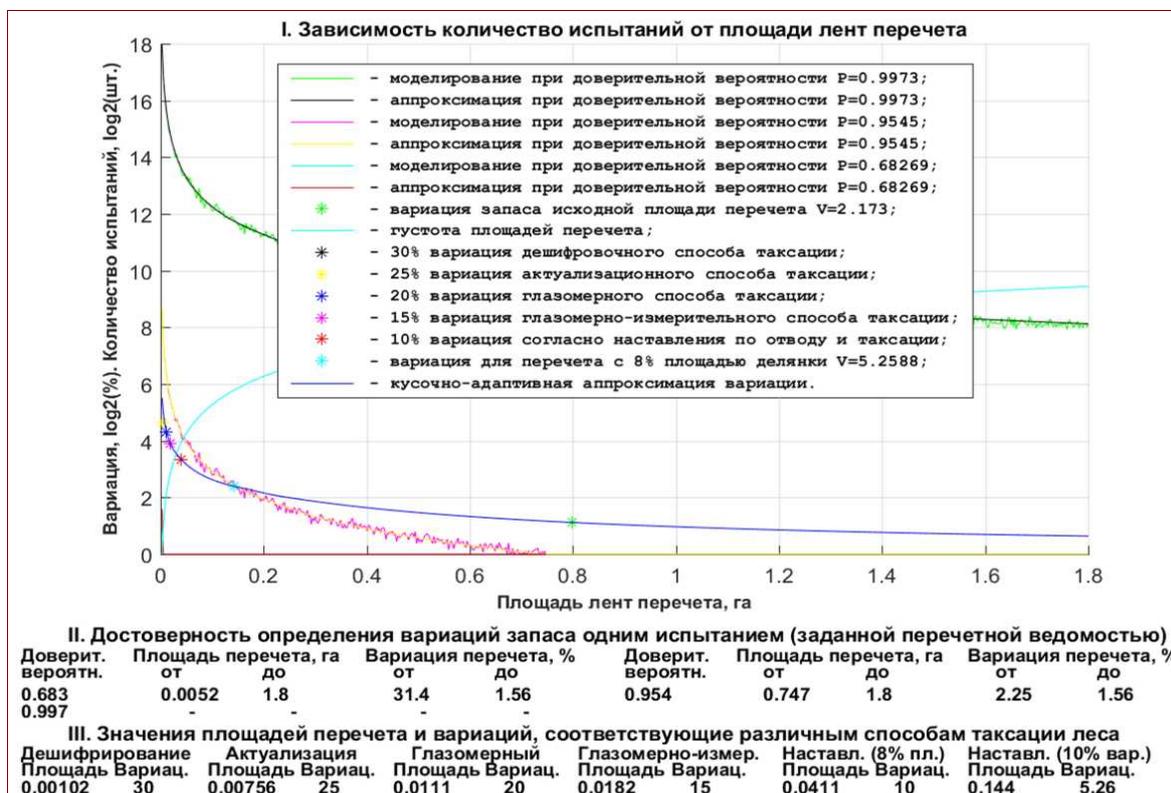


Рис. 14. Связь достоверности определения вариаций с заданной ведомостью перече́та таксатора (материалы таксатора)

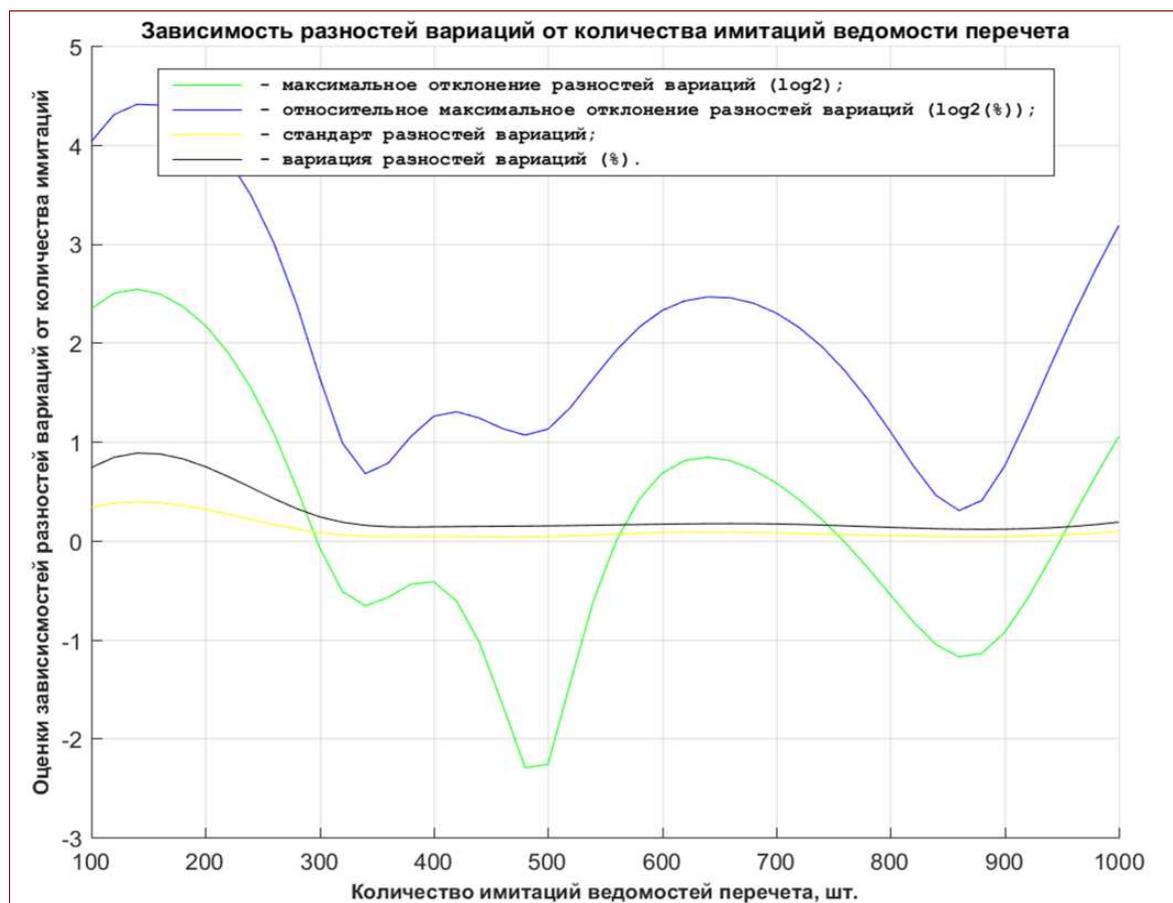


Рис. 15. Зависимости изменения оценок разностей вариаций для выбора оптимального количества имитаций моделирования запаса

Библиографический список

1. Наставление по отводу и таксации лесосек в лесах Российской Федерации [Текст] : нормативные материалы : утв. приказом Рослесхоза от 15.06.1993 — № 155. — Москва : ЮНИФИР, 1993. — 72 с.
2. Лесоустроительная инструкция [Текст] : нормативные материалы : утв. приказом МПР России от 06.02.2008. — № 31.
3. 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. ППС 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. Евстафьев, Н. Г. К вопросу аппроксимации эмпирических плотностей распределения деревьев по ступеням толщины в семействе бета-распределений [Электронный ресурс] / Н. Г. Евстафьев, В. В. Королев, А. В. Потапов // Февральские чтения : сб. материалов науч.-практ. конф. ППС Сыкт. лесн. ин-та по итогам науч.-исслед. работы в 2013 г. (Сыктывкар, 18—20 февр. 2014 г.). — Сыктывкар : СЛИ, 2014. — 1 электрон. опт. диск (CD-ROM).
5. Евстафьев, Н. Г. К вопросу точности результатов материально-денежной оценки лесосеки при сплошнолесосечном способе рубки [Электронный ресурс] / Н. Г. Евстафьев, В. В. Королев, А. В. Потапов // Научные чтения: матер. науч.-практ. конф. (Сыктывкар, 27 ноября 2012 г.). — Сыктывкар: СЛИ, 2012.

6. Усенко, О. А. Разработка и исследование методов статистической диагностики технологических объектов [Электронный ресурс] / О. А. Усенко // Научная библиотека диссертаций и авторефератов disserCat. — Таганрог : 2003.— Режим доступа: <http://www.dissercat.com/content>.

УДК 65.011.24

На основе анализа состояния транспортной доступности в разрезе территорий муниципальных образований Республики Коми выполнена оценка, а также определены тенденции ее развития с учетом потребности регионального и общероссийского развития транспортной системы.

Ключевые слова: транспортная доступность, территориальный ресурс, транспортно-логистическая инфраструктура, экономические потребности, возможности транспортной системы, развитие региона, время перемещения, транзитный потенциал региона.

Л. Э. Еремеева,

доцент

(Сыктывкарский лесной институт)

ОЦЕНКА ТРАНСПОРТНОЙ ДОСТУПНОСТИ И ТЕНДЕНЦИИ ЕЕ РАЗВИТИЯ В РЕСПУБЛИКЕ КОМИ

С изменением институциональной среды регионов возникают новые возможности использования существующих ресурсов и создания новых ресурсов, при этом актуальным является применение показателя *транспортной доступности* для адекватной оценки уровня развития транспорта и его инфраструктурных объектов (сети) территории. Доступным пунктом считается такой, которого можно достичь, исходя из допустимости времени и умеренности затрат на достижение пункта. В отечественной и зарубежной литературе вопросы транспортной доступности на региональном уровне справедливо ассоциируют с состоянием транспортной инфраструктуры.

Исходя из основной цели функционирования транспорта — обеспечение физическим лицам доступного перемещения, а юридическим лицам доставки грузов на необходимые расстояния за приемлемую цену с требуемым уровнем качества, влияние транспортной доступности рассматривается как специфический территориальный ресурс, одно из важнейших условий развития экономики на данной территории (табл. 1).

Таблица 1. Основные толкования транспортной доступности [1]

Понятие	Толкование	Источники
1	2	3
Потенциальная доступность как потенциальная возможность для взаимодействия. Доступность, связанная с использованием различных видов транспорта	Используется экспоненциальная функция для оценки полезности от транспортной доступности. Определение кратчайшего пути доставки в мультимодальной сети: - с учетом различных вариантов перевозки; - объединение в интегральный индикатор, отражающий среднюю стоимость перевозок	А. Г. Уилсон (A. G. Wilson) (1967)

1	2	3
Мультимодальная доступность для автомобильного, железнодорожного, воздушного, водного видов транспорта	Обобщенная функция стоимости: - время перемещения и параметры стоимости времени; - расстояние и параметры стоимости перевозок; - параметры качества при грузо- и пассажироперевозках и стоимости	К. Шурманн, К. Спикерманн, М. Вегенер (С. Schurmann, K. Spiekermann, M. Wegener) (1997)

Транспортно-логистические процессы и транспортная система рассматривается как жизнеобеспечивающая и обеспечивающая эффективное экономическое развитие региона, повышение транзитного потенциала региона через развитие транспортно-логистической инфраструктуры.

Перспективы развития транспортных систем могут определяться на основе потребностей и возможностей экономической системы. Транспортные потребности укрупнено описываются межузловыми потоками, которые транспортная система должна обеспечивать на каждом временном этапе. Однако потребности экономики должны иметь транспортную обеспеченность, которая оценивается по плотности и конфигурации транспортной сети и ее техническому состоянию. Плотность транспортной сети Республики Коми значительно ниже средне российской: по железным дорогам — в 1,2 раза, по автодорогам с твердым покрытием — в 2,6 раза. Плотность автодорожной сети по муниципальным образованиям республики характеризуется сильной неравномерностью размещения — более чем 85 раз [2].

В последнее десятилетие на всех проходящих в России Арктических форумах подтверждалось уникальное транспортное положение Республики Коми — дислокация между регионами Арктической зоны, тем самым вовлечение в их транспортную логистику и обеспечение основного сухопутного транзитного коридора. Строительство магистрали «Северный широтный ход» связывает перспективные к освоению 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.

Грузопотоки из Республики Коми как массовые перевозки железнодорожным транспортом можно представить в следующем виде: бокситы и почти 80 % нефтепродуктов — Свердловская область, остальная часть нефтепродуктов — Пермская и Оренбургская области, уголь — Оренбургская область. Лесные грузы поступают в основном в Челябинскую и Пермскую области.

Развитие транспорта, создание новых транспортных путей оказывают огромное влияние на темпы хозяйственного освоения прилегающих терри-

торий и вовлечение в хозяйственный оборот имеющихся в зоне транспортного обслуживания природно-сырьевых ресурсов.

По конфигурации транспортная сеть республики представляет классический дендрит, традиционный для периферийных районов. Направленность «трехжильного ствола» (в котором почти на всем протяжении, за исключением северной части, параллельно проходят железная и автомобильная дороги и трубопроводы с юго-запада на северо-восток) отражает главные векторы освоения и приоритетность хозяйственной ориентации республики: форсированное развитие добывающих производств, выборочный, локальный характер освоения минерально-сырьевых и лесных ресурсов. Выход транспортной сети из республики осуществляется в направлении на Котлас по трем видам транспорта — железнодорожным, водным и автомобильным и на Киров — автомобильным.

Измерители транспортной доступности территории, используемые для анализа, представлены в табл. 2. На основании выполненных расчетов транспортную доступность территорий Республики Коми можно оценить как низкую в соответствии с принятой шкалой по уровням (табл. 3, рис. 1).

Таблица 2. Измерители транспортной доступности территории [1]

Наименование показателя	Сущность показателя	Формула расчета
Интегральная транспортная доступность (ИТД)	Показывает возможность достижения любой точки региона (района, области) из любой другой его точки: S_i — среднее кратчайшее расстояние от данной точки i до всех остальных точек в сети, км; K_i — коэффициент вариации кратчайших маршрутов; T_i — коэффициент цикличности в сети до точки i (вероятность связности); V_T — нормативная (техническая) скорость на маршрутах, км/ч	$\text{ИТД}_i = \frac{S_i(1 + K_i)(1 - T_i)}{V_T}$
Коэффициент транспортной доступности (КТД)	Показывает транспортную доступность административного центра субъекта РФ, учитывая вариативность видов транспорта: S_{\max} — расстояние до самого удаленного районного центра федерального образования, км; S_p — расстояние до конкретного районного центра, км; K_B — коэффициент наличия видов общественного транспорта на территории административного района	$\text{КТД} = \left(\frac{S_{\max} - S_p}{S_{\max}} + 1 \right) - K_B$
Коэффициент Энгеля	Отражает взаимосвязь протяженности путей сообщения и размещения населения на территории: L — длина путей сообщения, км; S — площадь территории, км ² ; P — численность населения, тыс. чел.	$K_3 = \frac{L}{\sqrt{SP}}$

Таблица 3. Шкала оценки уровня транспортной доступности

Показатель	Уровень		
	низкий	средний	высокий
Густота путей сообщения, км на 1000 км ²	$A \leq 50$ ЖД ≤ 20 $B \leq 6$	$50 < A < 150$ $20 < \text{ЖД} \leq 80$ $6 < B \leq 12$	$A > 150$ ЖД > 80 $B > 12$
ИТД, ч	ИТД ≥ 3	$3 > \text{ИТД} > 1$	ИТД ≤ 1
Коэффициент Энгеля, ед.	$A \leq 5$ ЖД ≤ 2 $B \leq 2$	$5 < A \leq 10$ $2 < \text{ЖД} \leq 3$ $2 < B \leq 4$	$A > 10$ ЖД > 3 $B > 4$

Примечание. А — автомобильный транспорт, ЖД — железнодорожный, В — внутренний водный.

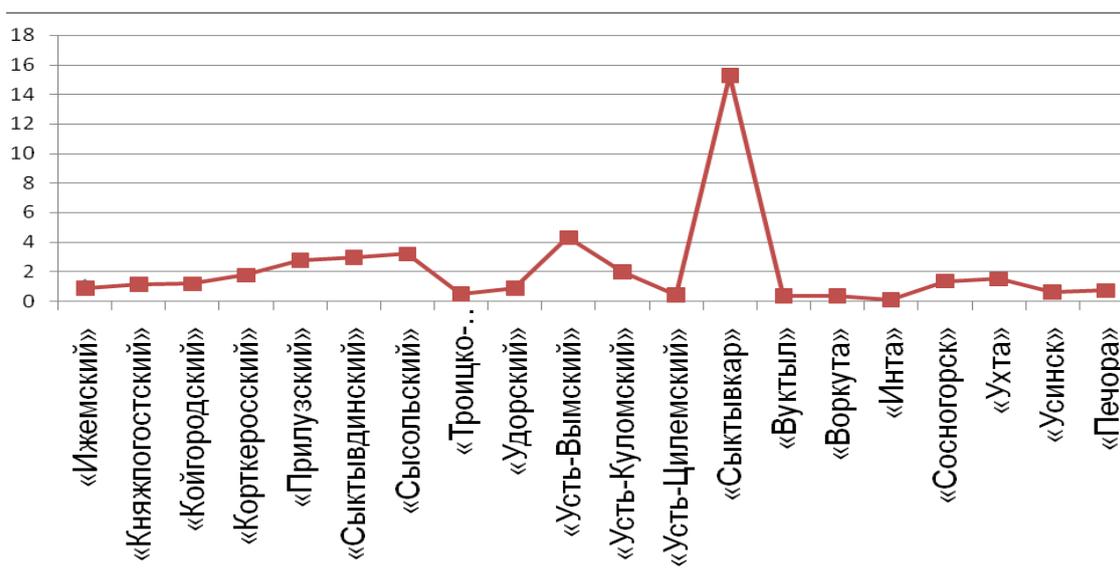


Рис. 1. Значения коэффициента транспортной доступности территории муниципальных районов и городских округов Республики Коми [4]

Однако следует отметить пространственное неравенство в Республике Коми и такие виды конкурентных преимуществ, как: обеспеченность сырьевыми ресурсами, востребованными мировым рынком; агломерационный эффект (он дает экономию на масштабе и связан с тем, что крупные объекты — населенные пункты — являются более посещаемыми, чем небольшие); выгодное транзитное положение на основных путях внешнеэкономических связей Европа — Азия.

Создаваемая магистраль «Белкомур» (рис. 2) не только повысит транспортную доступность, но существенно повлияет на сбалансированность товарообменных связей, коренным образом улучшит логистику, будет способствовать освоению в регионе богатых лесных ресурсов, создаст благоприятные условия для выхода лесной продукции Республики Коми к экспортному Архангельскому порту. Мегапроект «Белкомур» является

комплексным, кроме транспортной составляющей, в его состав входит реализация 10 крупных инвестиционных проектов на предприятиях Республики Коми («Ярегаруда», «Коми Алюминий», «Северстальресурс», Удорский и Троицко-Печорский целлюлозно-бумажные комбинаты) и Пермского края («Уралкалий», «Сильвинит», корпорация «ВСМПО-Ависма», «Сода-хлорат», Березниковский содовый завод) [2]. Новое транспортное строительство обеспечивает открытие дополнительных рынков сбыта нефтепродуктов «Тимано-Печоры» в связи с открывающейся возможностью использовать «Белкомур» для вывоза нефти через порты Белого моря.



Рис. 2. Схема транспортного коридора «Белкомур»

В транспортной системе Республике Коми при осуществлении смешанных перевозок для доставки грузов к пункту погрузки (от пункта разгрузки) используется железнодорожный и автомобильный транспорт. Для оптимизации логистической системы в узлах передачи грузопотока с одного вида транспорта на другой должны создаваться мультимодальные транспортно-логистические центры, они и являются точками роста транспортно-логистического бизнеса, а также повышают транспортную доступность [5]. Региональные и федеральные транспортные узлы взаимно дополняют друг друга: грузы с определенной территории первоначально ак-

кумулируются в региональном узле в необходимых для формирования маршрутного направления объёмах, а потом централизованно доставляются в федеральный транспортный узел, что позволяет сократить порожний ход транспорта. Одним из важных факторов расширения номенклатуры транспортно-логистических услуг, повышения их качества и транспортной доступности является обновление поколений объектов транспортно-логистической инфраструктуры.

Можно выделить следующие основные направления повышения транспортной доступности на территории РК:

- 1) повышение связности дорожной сети, способной дать мультипликативный эффект;
- 2) комплексный подход к развитию региональной дорожно-транспортной сети на основе кооперации и взаимного дополнения различных видов транспорта;
- 3) формирование новых или восстановление утраченных связей (маршрутов) между центрами муниципальных образований;
- 4) соблюдение рационального баланса между потенциалом дорожной сети и ростом автомобильного парка;
- 5) осуществление грузовых перевозок древесного сырья, строительных материалов и др. для технологических нужд крупнейших корпораций в основном по железным дорогам и водным путям.

Каждый элемент транспортно-логистической инфраструктуры должен быть не только адекватен потребностям грузовых потоков республики, но взаимоувязан друг с другом в цепочке поставок. Такой подход повышения транспортной доступности лежит в основе реализации оптимизации транспортно-логистической системы региона, задачи которой поставлены Государственной программой Республики Коми «Развитие транспортной системы» [6].

Библиографический список

1. Еремеева, Л. Э. Проблемы развития транспортно-логистической инфраструктуры Республики Коми [Текст] / Л. Э. Еремеева // Политранспортные системы : сб. материалы VIII Междунар. науч.-техн. конференции в рамках года науки Россия. — Новосибирск, 2015. — № 5. — С. 402—406.
2. Методологические подходы к оценке транспортной доступности [Текст] / Н. М. Большаков, Л. Э. Еремеева, Е. Ю. Попов // Актуальные проблемы, направления и механизмы развития производительных сил Севера — 2016 : материалы V Всерос. науч. семинара (21—23 сентября 2016 г., Сыктывкар) : в 2 ч. — Сыктывкар : ООО «Коми республиканская типография», 2016. — Ч. I. — С. 135—242.
3. 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.
4. Асимметрия транспортной доступности сельского населения Республики Коми [Текст] / Н. М. Большаков, В. В. Жиделева, Л. Э. Еремеева // Инновационная наука. — 2015. — Т. 1. — № 3. — С. 7—11.

5. Формирование транспортно-логистической инфраструктуры России [Электронный ресурс] / Т. Прокофьева, С. Платонов // Контейнерный бизнес. — Режим доступа: www.bizeducation.ru/library/log/trans/8/platonov.htm (дата обращения 17.01.2018).

6. Государственная программа Республики Коми «Развитие транспортной системы» [Электронный ресурс] : в ред. Постановления Правительства РК от 20.11.2015 г. № 448 // СПС «КонсультантПлюс».

УДК 630*36

Приведены требования к лесной транспортно-технологической машине на гусеничном ходу. Предложен вариант конструкции машины для работы на слабонесущих грунтах.

Ключевые слова: лесная технологическая машина, слабонесущие грунты, гусеничная ходовая система.

А. Ф. Кульминский,
кандидат технических наук, доцент
(Сыктывкарский лесной институт)

ЛЕСНАЯ ТРАНСПОРТНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ МАШИНА НА ГУСЕНИЧНОМ ХОДУ

С целью осуществления технологического процесса (ТП) заготовки леса сортиментами на слабонесущих грунтах Республики Коми (РК) [1] необходима лесная транспортно-технологическая машина (ЛТТМ) манипуляторного типа на гусеничном ходу, позволяющая минимизировать отрицательное воздействие на окружающую среду.

Учитывая опыт эксплуатации импортных форвардеров на колесной базе и их отрицательное воздействие на лесную экосистему [1], к конструкции ЛТТМ на гусеничном ходу предъявляются следующие требования:

1. Производительность ЛТТМ должна быть не ниже, чем у зарубежных колесных форвардеров соответствующей группы по грузоподъемности.
2. Удельное давление на грунт от ходовой системы при колесной массе не должно превышать предельно рекомендуемого значения 50 кПа [2].
3. Грузовая платформа должна обеспечивать размещение сортиментов деревьев разных пород и длин от 3 до 6 м с учетом обеспечения максимальной грузоподъемности.
4. Максимальный вылет манипулятора необходимо обосновывать выполнением предложенного ТП [1] с учетом минимального отрицательного воздействия на оставляемые на доращивание деревья и подрост.

В качестве базового шасси в соответствии с принятым в стране направлением импортозамещения целесообразно использование серийно выпускаемых изделий отечественного производства с учетом обеспечения соответствующей проходимости на слабонесущих грунтах.

Общая компоновка ЛТТМ из составляющих агрегатов, систем и технологического оборудования определяется посредством соответствующего распределения массы и сил, действующих на опорные элементы (катки и гусеничные ленты).

Компоновка должна отвечать следующим требованиям:

1) функциональные возможности, выполнение которых гарантирует процесс взаимодействия ЛТТМ с предметом труда (сортименами) и работоспособность конструкции;

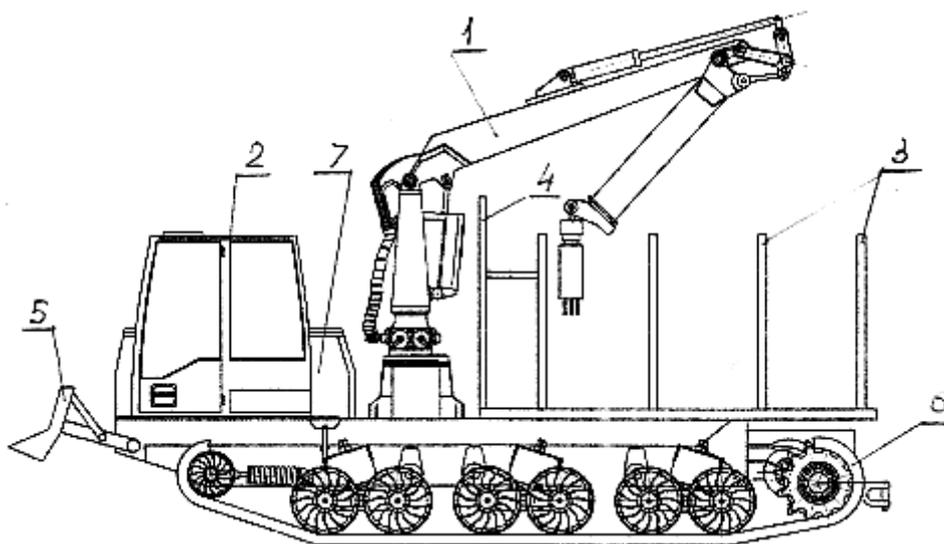
2) обеспечение выполнения эргономических требований, ремонтно-пригодности изделия.

Функциональные требования ЛТТМ предусматривают обеспечение надежного захвата сортиментов рабочим органом манипулятора, перенос и укладку их на грузовую платформу в границах технологического коридора, перемещение к месту разгрузки и разгрузку манипулятором в штабель.

К функциональным относятся требования по допустимому уклону местности, поперечной и продольной устойчивости, маневренности, проходимости.

На общую компоновку ЛТТМ оказывают влияние ограничения, обусловленные экологическими требованиями, а также рекомендации по уплотнению почв и нарезания колеи ходовой системой [2].

При выполнении научно-исследовательской работы, дипломных проектов и выпускных квалификационных работ студентами Сыктывкарского лесного института на стадии технического предложения разработан вариант общей компоновки ЛТТМ на гусеничном ходу для работы на слабонесущих грунтах РК челночным методом (рисунок).



Лесная транспортно-технологическая машина:

- 1 — манипулятор; 2 — кабина; 3 — коник; 4 — ограждение;
5 — толкатель; 6 — система ходовая; 7 — двигатель

Предложены конструкции гидростатической трансмиссии, ходовой системы, управления ЛТТМ, обосновано расположение технологического оборудования.

В качестве базового шасси выбран трелевочный трактор «Онежец-350», у которого ширина гусеничной ленты составляет 640 мм, что обеспечивает при грузоподъемности 15 т удельное давление на грунт до 50 кПа.

Выполнены необходимые расчеты, подтверждающие работоспособность ЛТТМ.

Библиографический список

1. Кульминский, А. Ф. Совершенствование технологического процесса заготовки леса сортиментами для условий Республики Коми [Текст] / А. Ф. Кульминский // Актуальное направление научных исследований 21 века: теория и практика : сб. науч. тр. по материалам междунар. заоч. науч.-практ. конф. — Воронеж, 2014. — № 2, ч. 2 17—21. — С. 108—111.

2. Рекомендации по защите лесных почв от повреждения при проведении лесозаготовительных работ в Республике Коми [Текст] / Ю. А. Паутов [др.]. — Сыктывкар, 2004. — 18 с.

УДК 630*355

Производится оценка простейших статистических параметров на основе выборки данных для анализа влияния объема стволов деревьев на время обработки этих стволов. Проведена оптимизация оценок при определенной группировке выборки.

Ключевые слова: статистика лесозаготовок, объем ствола дерева, время обработки ствола дерева.

А. А. Самородницкий,

кандидат физико-математических наук, доцент;

В. Ф. Свойкин,

кандидат технических наук, доцент

(Сыктывкарский лесной институт)

К ВОПРОСУ ОБРАБОТКИ СТВОЛОВ ДЕРЕВЬЕВ ХАРВЕСТЕРОМ

Введение. Развитие материальной базы лесозаготовительных предприятий, появление на делянках все более высокопроизводительных машин требует совершенствования базы нормативов производительности труда. Эти нормативы зависят от многих факторов, в том числе имеющих случайный характер влияния на производительность. Поэтому представляется актуальным привлечение математической статистики в качестве инструмента исследований в указанной области.

Цель исследования: изучение зависимостей между параметрами стволов деревьев (с одной стороны) и временем обработки стволов харвестером (с другой) послужит обоснованием для совершенствования нормативных показателей на лесозаготовительном предприятии.

Описание данных. Исходный материал представляет собой базу данных (таблицу), поля которой соответствуют: порядковому номеру ствола, кодовому обозначению породы дерева, объему древесной массы в стволе, диаметру ствола дерева, высоте дерева и времени обработки ствола харвестером; записи таблицы представляют соответствие порядкового номера обрабатываемого ствола и данных перечисленных полей. Начальное количество записей 1430. Именно такое количество стволов обработано в течение около 48 часов подряд в одном лесном массиве. Эта база данных формируется программой бортового компьютера харвестера.

К сожалению, из исходной базы пришлось исключить некоторые записи. Например, компьютер харвестера в нашем случае фиксировал время обработки деревьев подряд: концом обработки предыдущего ствола считалось начало работы со следующим стволом. В результате в показатели времени обработки «включились» все перерывы, в том числе обеденные, пересменки, в течение которых техника работала в холостом режиме. Получалось, что на 26 стволов приходилось около 50 % всего времени работы, а за вторую половину времени обработано 1404 ствола.

Таким образом была выделена база данных из объемов и времени обработки 1404 стволов деревьев (минимальное время равнялось 12 секундам, максимальное — 9 минутам и 32 секундам; объем древесины стволов колебался от 0,004 до 2,1 куб. м). Такие параметры стволов как порода дерева, высота, диаметр и координаты дерева относительно стоянки харвестера в настоящей работе не рассматривались. Исключенные из базы 26 стволов (менее 2 % общего количества) имели объемы от 0,005 до 0,747 куб. м и время обработки от 11 минут до почти 4 часов.

Объем древесины в стволе определялся бортовым компьютером харвестера по общепринятым формулам, использующим измерения диаметров ствола на протяжении всей высоты с определенным шагом (см., например, [1]).

Обработка данных и основные выводы. В представленной базе данных из 1404 стволов деревьев суммарный объем древесины равнялся 433,437 куб. м, а суммарное время обработки 24,579 часа. Средний объем древесины в стволах нашей выборки составил $\bar{v} = 0,309$, а среднеквадратическое отклонение $\sigma_v = 0,289$ куб. м. Среднее время обработки ствола оказалось $\bar{t} = 63,024$, а среднеквадратическое отклонение $\sigma_t = 52,349$ секунд. Поскольку в дальнейшем представляло интерес влияние объема на время обработки, были вычислены коэффициент линейной корреляции между этими показателями $r = 0,364$ и коэффициент детерминации $r^2 = 0,132$. Показатель $100 \cdot r^2 = 13,2\%$ характеризует степень взаимного влияния факторов объема и времени. Получалось, что почти 87 % влияния на время обработки приходилось на другие (внешние) факторы, изучение которых представляет интерес, но в настоящей работе предлагается другое. Была предпринята попытка максимально исключить это внешнее влияние за счет некоторых информационных потерь при группировке данных и переходу к значениям групповых средних.

Группировка производилась на основе разбиения значений объемов. Существует целый ряд способов группировки и определения количества групп (см., например, [2]). Здесь использована формула Старджесса (Sturges H. A.), опубликованная еще в 1926 г. Эту формулу и другие общеизвестные математические сведения комментировать не будем, отсылая читателя к многочисленным учебникам по математической статистике или к классической монографии [3].

Объему выборки $n = 1404$ соответствует $k = 1 + 3,22 \cdot \lg n \approx 11$ групп. Размах выборки объемов $\rho = 2,1 - 0,004 = 2,096$. Выбираем шаг разбиения $h = \rho/k = 0,191$. С этим шагом от минимума к максимуму образуем 11 промежутков (групп). В табл. 1 приводятся результаты предварительной группировки. В первом столбце указаны номера групп, во втором — сами группы. Все значения выборки, соответствующие случайной величине V (объему древесины в стволе), теперь имеют обозначение v_{ij} , где i — но-

мер группы, j – номер дерева в этой группе (от 1 до n_i). Третий столбец таблицы 1 содержит групповые средние объемов в группах $\bar{v}_i = \frac{1}{n_i} \sum_{j=1}^{n_i} v_{ij}$; в четвертом столбце количество n_i деревьев в группе. Обращаем внимание, что значения случайной величины T (времени обработки дерева) t_{ij} поставлены во взаимно-однозначное соответствие с объемами v_{ij} «номером» дерева (i, j) . Другими словами, разбиение значений времени на группы происходит автоматически после разбиения объемов, и пятый столбец табл. 1 содержит групповые средние времени обработки $\bar{t}_i = \frac{1}{n_i} \sum_{j=1}^{n_i} t_{ij}$.

Таблица 1. Предварительная группировка данных выборки

№	Группа	\bar{v}_i	n_i	\bar{t}_i	$D_i^{вг}$	$n_i \cdot D_i^{вг} / (n \cdot D^{вг})$
1	[0,004; 0,195]	0,088	651	49,195	2912,335	0,568
2	(0,195; 0,386]	0,285	325	60,640	1564,883	0,152
3	(0,386; 0,577]	0,473	210	70,905	1411,162	0,089
4	(0,577; 0,768]	0,664	110	89,800	3760,505	0,124
5	(0,768; 0,959]	0,861	55	97,527	1210,904	0,020
6	(0,959; 1,150]	1,053	27	115,556	2240,988	0,018
7	(1,150; 1,341]	1,217	14	119,857	2781,980	0,012
8	(1,341; 1,532]	1,420	8	133,250	6445,938	0,015
9	(1,532; 1,723]	1,613	2	165,000	3025,000	0,002
10	(1,723; 1,914]	1,799	1	232,000	0	0
11	(1,914; 2,105]	2,100	1	194,000	0	0
Итого:			1404	-	-	1,000

Шестой и седьмой столбцы табл. 1 приводятся для удобства дальнейшего анализа. Известно, что выборочную дисперсию D случайной величины T можно представить в виде суммы внутригрупповой и межгрупповой дисперсий:

$$D = D^{вг} + D^{мг},$$

где $D = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^{n_i} (t_{ij} - \bar{t})^2 = \sigma_t^2 = 2740,457$; $D_i^{вг} = \frac{1}{n_i} \sum_{j=1}^{n_i} (t_{ij} - \bar{t}_i)^2$ и $D^{вг} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^k n_i \cdot D_i^{вг} = 2377,627$.

В седьмом столбце указана доля каждой группы в суммарной внутригрупповой дисперсии. Можно убедиться, что суммарная доля групп с 5 по 11 составляет 6,7 % от суммарной доли всех групп. В дальнейшем это дополнительно «оправдает» объединение указанных групп.

Вернемся к 4-му столбцу табл. 1. В литературе по математической статистике и в соответствующих прикладных вопросах принято считать,

что суммарная частота n_i группы не должна быть слишком маленькой (менее чем $50/k$ процентов от объема выборки n). Группы с малым числом стволов следует присоединять к другим группам. Предлагаем в нашем случае объединить группы с 5 по 11, суммарная частота которых $\sum_{i=5}^{11} n_i = 108$, что составляет около 7,7 % от $n = 1404$.

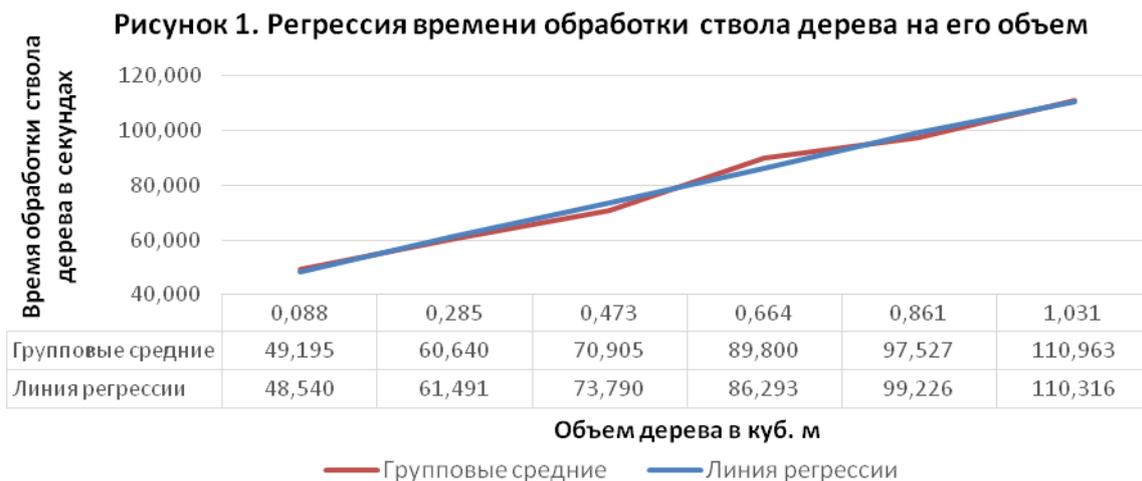
В табл. 2 представлены результаты окончательной группировки объемов стволов. Здесь в строках со 2-й по 6-ю отличие от табл. 1 только в последнем столбце (соответствующем объединенной группе). Не изменились средние значения величин $\bar{v} = 0,309$ и $\bar{t} = 63,024$. Не изменилась выборочная дисперсия $D = 2740,457$ случайной величины T . Немного перераспределились внутригрупповая и межгрупповая дисперсии: $D^{BG} = 2408,228$ и $D^{MG} = 332,230$ (для предварительной группировки было $D^{MG} = D - D^{BG} = 362,831$). Изменились доли внутренних дисперсий групп (последняя строка табл. 2).

Таблица 2. Окончательная группировка данных выборки

№	1	2	3	4	5
группа	[0,004; 0,195]	(0,195; 0,386]	(0,386; 0,577]	(0,577; 0,768]	(0,768; 2,100]
\bar{v}_i	0,088	0,285	0,473	0,664	1,031
n_i	651	325	210	110	108
\bar{t}_i	49,195	60,640	70,905	89,800	110,963
D_i^{BG}	2912,335	1564,883	1411,162	3760,505	2468,850
$n_i \cdot D_i^{BG} / (n \cdot D^{BG})$	0,561	0,150	0,088	0,122	0,079

Группировка выборки предполагает, что значения выборки, попавшие в одну группу, в дальнейшем заменяются групповыми средними. В результате мы получаем из сотен различных значений с малыми частотами лишь по 5 (в нашем случае) значений объема и времени с достаточно большими (значимыми) частотами. При этом мы теряем значительную часть дисперсии величины T (теперь $D^{MG} = D = 332,230$ и $D^{BG} = 0$). Что касается величины объемов стволов V , то для нее потери менее существенные: выборочная дисперсия равна 0,084 в самом начале и 0,077 после окончательной группировки.

Используя окончательно сгруппированные данные, вычисляем коэффициент линейной корреляции между объемом древесины в стволе и временем его обработки $r = 0,996$ и коэффициент детерминации $r^2 = 0,992$. Видим, что взаимное влияние наших величин становится практически абсолютным. Для наглядности было найдено уравнение парной регрессии $t = 65,492v + 42,806$, которое проиллюстрировано на рисунке 1.



В приведенных выше рассуждениях и вычислениях объем древесины в стволе жестко привязывался ко времени обработки харвестером именно этого ствола дерева. Поэтому группировка выборочных значений объемов и выборочных значений времени обработки существенно отличалась: для объемов она носила стандартный характер с выбором групп по возрастанию значений, а значения времени обработки образовали свои группы вынужденно, продолжая соответствовать своим значениям объемов. При таком подходе группировка привела к небольшой потере дисперсии объемов и значительной потере дисперсии времени обработки. Если группировку времени обработки проводить независимо от группировки объемов по схеме возрастания значений, то получается небольшая потеря дисперсии времени (как и для объемов), но коэффициент детерминации величин объемов и времени изменится незначительно по сравнению с первоначальным, а соответствие между групповыми средними объемов и времени превратилось бы в многозначное. Этот подход оставил бы в силе проблему поиска и доступной фиксации значений других факторов, влияющих на производительность лесозаготовительных машин.

Заключение. В приведенных выше примерах определения зависимости групповых средних объемов стволов деревьев и времени их обработки единственным пока достоинством является простота вычислений, доступная даже студенту инженерных направлений подготовки. Как нередко бывает в статистических исследованиях практической направленности, не хватает понятных потребителю математически точных методик. Поэтому требуется большая вычислительная работа с другими данными различных предприятий и территорий для формулировки выводов с необходимой долей уверенности.

Библиографический список

1. Ляпустин, С. Н. Краткий справочник по лесоматериалам [Текст] : пособие для работников таможенной службы // С. Н. Ляпустин, П. В. Фоменко ; под ред. Н. М. Шматкова, А. В. Беляковой. — Москва : WWF России, 2010. — 76 с.

2. Лемешко, Б. Ю. О выборе числа интервалов в критериях согласия типа χ^2 [Текст] / Б. Ю. Лемешко, Е. В. Чимитова // Заводская лаборатория. Диагностика материалов. — 2003. — Т. 69. — С. 61—67.

3. Крамер Г. Математические методы статистики [Текст] / Г. Крамер. — Москва : Мир, 1975. — 648 с.

УДК 656

Актуальность статьи — в определении единого оценочного показателя для общего анализа динамики изменения транспортных систем взаимоувязанных поточно-стью перевозок.

Ключевые слова: энергетическая составляющая, движение, транспортная система, динамическая уравновешенность.

Е. Н. Сивков,

кандидат технических наук, доцент
(Сыктывкарский лесной институт)

ОЦЕНКА ДВИЖЕНИЯ ТРАНСПОРТНОЙ СИСТЕМЫ

Современный транспорт — это крупный и сложный комплекс хозяйства, образующий различные транспортные системы, взаимоувязанные поточно-стью перевозок. Все виды транспорта находятся во взаимосвязи и оказывают существенное влияние как на перевозочный процесс непосредственно, так и на конечные технико-экономические результаты деятельности. Рассмотрим одну из отраслей — лесозаготовительную, где транспортные системы играют существенную роль в достижении эффективного результата.

Технология освоения лесосеки с применением системы лесосечных машин «харвестер — форвардер» определена соответствующими энергетическими показателями (кВт · ч) [1]:

$$\mathcal{E}^{\text{ТЛ}} = \Phi_{\text{и}}^{\text{ТЛ}} \cdot \Sigma N_i^{\text{ТЛ}} \cdot T^{\text{ТЛ}},$$

где $\mathcal{E}^{\text{ТЛ}}$ — объем расходуемых во времени энергетических ресурсов при разработке лесосеки системой машин «харвестер — форвардер», кВт · ч; $\Phi_{\text{и}}^{\text{ТЛ}}$ — фактор интенсивности машиноиспользования, $\Phi_{\text{и}}^{\text{ТЛ}} = \eta_N \cdot \eta_t$ (здесь η_N — коэффициентом использования мощности; η_t — коэффициентом использования времени); $\Sigma N_i^{\text{ТЛ}}$ — суммарное количество мощностей всех производств, участвующих в процессе разработки лесосеки, и сумма мощностей двигателей многооперационной валочной машины и трелевочной машины; $T^{\text{ТЛ}}$ — время, затраченное на разработку лесосеки в соответствии с технологической картой, ч.

Для выполнения своего назначения каждый вид транспорта имеет определенную техническую базу, или иначе, средства производства. Техническое вооружение любого вида транспорта чрезвычайно сложно и многообразно. Главными элементами технического оснащения, характерными для всех видов транспорта, можно считать: путь с искусственными сооружениями (мосты, тоннели, дорожные хозяйства и пр.); подвижной состав; постоянные технические средства, возводимые, как правило, в районах городов и других населенных пунктов в виде станций, портов, вокзалов, депо, грузовых складов (пакгаузов), заводов, мастерских, материально-

технических баз, систем энергоснабжения и водоснабжения; специальные (в том числе электронные) устройства для управления движением транспортных единиц и для связи должностных лиц, обслуживающих транспорт. К постоянным техническим средствам относятся: служебные здания и сооружения с соответствующим оборудованием, включая погрузо-разгрузочные машины и механизмы; машины для ремонта и содержания в исправном состоянии всего имущества транспорта [2]. Мощностную составляющую технической базы определим для лесозаготовительного процесса как часть энергетической составляющей — $\sum N_i$.

Для автомобильного транспорта обозначим по аналогии с технологией лесозаготовки энергетическую составляющую:

$$\mathcal{E}^{\text{ат}} = \Phi_{\text{и}}^{\text{ат}} \cdot \sum N_i^{\text{ат}} \cdot T^{\text{ат}},$$

где $\mathcal{E}^{\text{ат}}$ — объем расходуемых во времени энергетических ресурсов при перевозке на автомобильном транспорте; $\Phi_{\text{и}}^{\text{ат}}$ — фактор интенсивности машиноиспользования при перевозке на автомобильном транспорте; $\sum N_i^{\text{ат}}$ — суммарное количество мощностей всех производств, участвующих в процессе при перевозке на автомобильном транспорте; $T^{\text{ат}}$ — время перевозки автомобильным транспортом.

Представленную транспортную систему по доставке сортиментной древесины «с корня» потребителю используем, как пример, для определения возможного движения транспортной системы относительно существующего подвижного состава по показателю наибольшего использования энергии промышленным транспортом или автомобильным транспортом. Оценка производится в целях выявления сопоставимых величин затрат на различные виды транспорта.

Величина соизмеримости ΔC — изменямости энергетического потенциала одного вида транспорта $\Delta \mathcal{E}^{\text{ат}}$ относительно энергетической составляющей другого вида транспорта $\Delta \mathcal{E}^{\text{тл}}$ покажет движение транспортной системы относительно устойчивости состояния, к динамической неуравновешенности или уравновешенности:

$$\Delta \mathcal{E}^{\text{ат}} / \Delta \mathcal{E}^{\text{тл}} = \Delta C.$$

Динамическая уравновешенность системы покажет на совместимость перевозочных процессов одного вида транспорта относительно другого. Величина соизмеримости может стать оценочным показателем движения внутри транспортной системы или показателем надежности технологии перевозочного процесса.

Библиографический список

1. Сивков, Е. Н. Производительность форвардера как составляющая затрат энергии в системе машин «харвестер — форвардер» [Текст] / Е. Н. Сивков // Февральские чтения : тезисы докладов. — Сыктывкар : СЛИ, 2011. — 100 с.
2. Абакумов, Г. В. Общий курс транспорта [Текст] : курс лекций / Г. В. Абакумов. — Тюмень : ТюмГНГУ, 2003. — 120 с.

УДК 630*848

Рассмотрены вопросы, касающиеся складирования и перемещения измельченных лесоматериалов на лесопромышленных складах.

Ключевые слова: измельченные лесоматериалы, хранение, склад

В. А. Соколова,

кандидат технических наук, доцент;

Е. А. Алексева,

старший преподаватель;

А. В. Тепноев,

кандидат технических наук, доцент;

И. В. Елисеев,

старший преподаватель;

В. В. Орлов,

кандидат технических наук

(Санкт-Петербургский государственный

лесотехнический университет им. С.М. Кирова)

ХРАНЕНИЕ И ТРАНСПОРТИРОВКА ИЗМЕЛЬЧЕННЫХ МАТЕРИАЛОВ НА ЛЕСНЫХ СКЛАДАХ

Для складирования измельченных материалов: щепы, коры, опилок применяют закрытые и открытые склады. Закрытые склады для щепы используют для хранения ее перед отгрузкой на подвижной состав: автомобили, железнодорожные вагоны, а также на суда. Закрытые склады измельченных материалов позволяют обеспечить равномерную выдачу хранимого сырья потребителю.

Физико-механические свойства частиц измельченных древесных материалов — их размеры, форма, влажность, наличие смолы, температура этих частиц и наружного воздуха, а также давление вышележащих слоев приводят к тому, что в процессе хранения увеличиваются силы сцепления между частицами, уменьшается их подвижность и сопротивление сдвигу, происходит сводообразование, а зимой — смерзание частиц и их примерзание к конструкциям емкостей склада [2]. В связи с этим конструкции складов для указанных материалов делают с вертикальными стенками и даже с расширяющимися книзу и снабжают специальными разгрузочными устройствами (рис. 1).

Склады открытого хранения измельченной древесины — щепы, коры, опилок — представляют собой кучи, которые могут иметь любую форму в плане. Однако в целях управления процессом формирования и разгрузки измельченных материалов, недопущения длительного их хранения, для со-

кращения механического воздействия на хранимые материалы и для выполнения требований правил противопожарной безопасности кучи следует организовывать прямоугольными, круглыми или кольцеобразными в плане, а в сечении — треугольными или трапециевидными (таблица) [1].

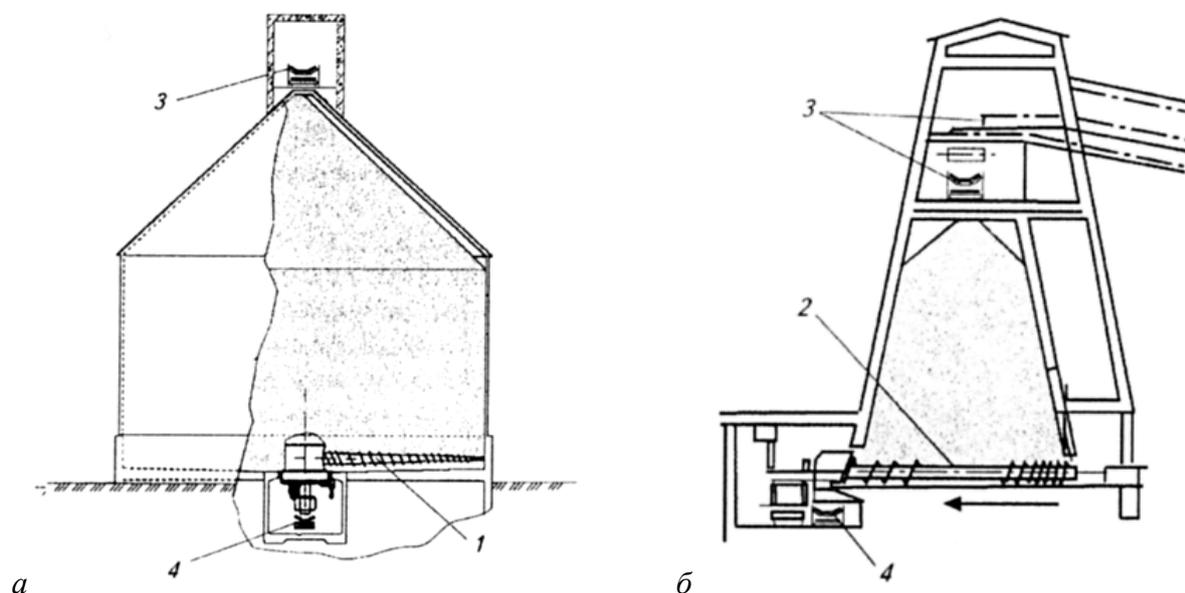


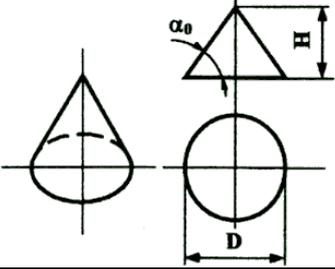
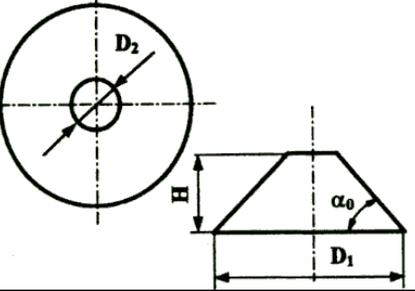
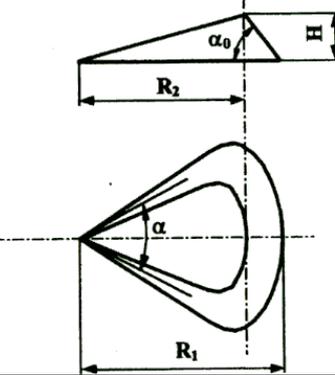
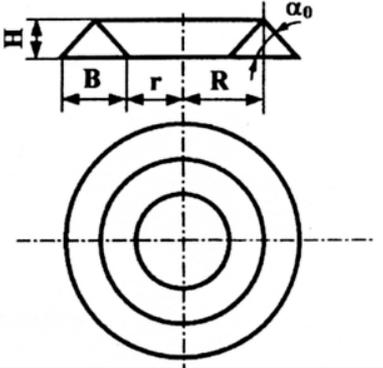
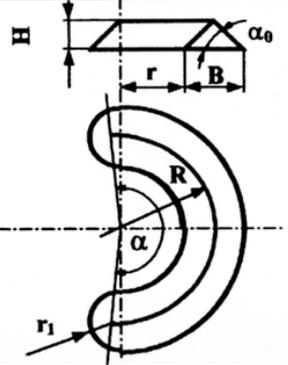
Рис. 1. Закрытый склад щепы:

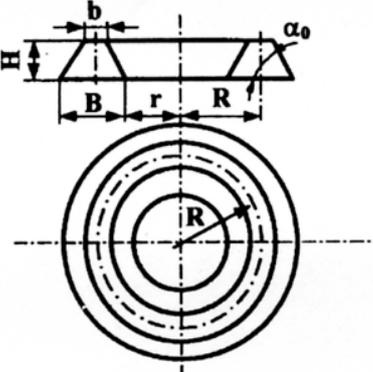
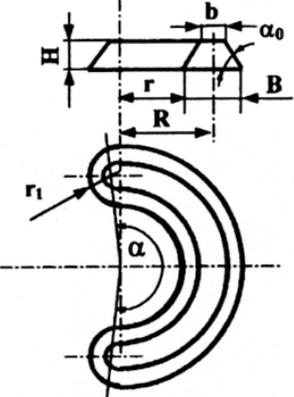
a — силосного типа; *б* — шатрового типа; 1 — шнековый поворотный разгрузчик; 2 — шнековый передвижной разгрузчик; 3 — конвейер для подачи щепы на склад; 4 — конвейер для подачи щепы на производство

Геометрический объем куч измельченной древесины

Геометрическая форма кучи	Формула для определения геометрического объема
	$V = \frac{LBH}{2} - \frac{HB^2}{6}$ $B = 2H \operatorname{ctg} \alpha_0$
	$V = \frac{H}{6} [(2L_1 + L_2)B_1 + (2L_2 + L_1)B_2]$ $B_2 = B_1 - 2H \operatorname{ctg} \alpha_0$ $L_2 = L_1 - 2H \operatorname{ctg} \alpha_0$
	$V = \frac{HB}{2} \left(\frac{\pi B}{6} + L - B \right)$ $B = 2H \operatorname{ctg} \alpha_0$ $R = \frac{B}{2} = H \operatorname{ctg} \alpha_0$

Продолжение таблицы

1	2
	$V = \frac{\pi D^2 H}{12}$ $D = 2H \operatorname{ctg} \alpha_0$
	$V = \frac{\pi H}{12} (D_1^2 + D_1 D_2 + D_2^2)$ $D_2 = D_1 - 2H \operatorname{ctg} \alpha_0$
	$V \cong \frac{\pi \alpha H}{1080} (R_1^2 + R_1 R_2)$ $R_2 = R_1 - H \operatorname{ctg} \alpha_0$
	$V = 2\pi R H^2 \operatorname{ctg} \alpha_0$ $B = 2H \operatorname{ctg} \alpha_0$ $r = R - H \operatorname{ctg} \alpha_0$
	$V = \frac{\pi H^2 \operatorname{ctg} \alpha_0}{3} \left(\frac{R \alpha}{60} + H \operatorname{ctg} \alpha_0 \right)$ $B = 2H \operatorname{ctg} \alpha_0$ $r = R - H \operatorname{ctg} \alpha_0$ $r_1 = \frac{B}{2} = H \operatorname{ctg} \alpha_0$

1	2
	$V = 2\pi R(B - H \operatorname{ctg} \alpha_0)H$ $b = B - 2H \operatorname{ctg} \alpha_0$ $r = R - \frac{D}{2}$
	$V = \frac{\pi R H (B - H \operatorname{ctg} \alpha_0) \alpha}{180} + \frac{\pi H (B^2 + Bb + b^2)}{12}$ $b = B - 2H \operatorname{ctg} \alpha_0$ $r = R - \frac{B}{2}; r_1 = \frac{B}{2}$

Такая форма куч при использовании средств механизации загрузки и разборки обеспечивает обновление хранимого сырья и древесных отходов в рекомендуемые сроки, а именно:

- срок хранения хвойной щепы — не более 3—4 месяцев, лиственной — 2—3 месяца, при более длительном хранении происходит ускоренный процесс гниения частиц щепы и развитие грибков;
- срок хранения коры и древесных отходов — не более 5—6 месяцев зимой и 2—3 месяца летом, при большем сроке происходит саморазогревание коры и отходов и их самовозгорание.

Для осуществления указанных рекомендаций форма, размеры кучи, а также размещение и зона действия разгрузчиков должны обеспечивать максимальное выполнение требования FIFO (первый на входе — первый на выходе).

Определение объемов измельченной древесины не только к расчету насыпного геометрического объема, но и к определению плотного объема, рассчитываемого по формуле:

$$V_{\text{пл}} = V_{\text{геом}} \cdot \Delta. \quad (1)$$

Высота куч измельченной древесины может достигать 30 м. Ширина прямоугольной кучи или диаметр круглой в плане кучи составляет 90 м.

Внешний диаметр кольцевой кучи может превышать 200 м, при внутреннем диаметре — порядка 30 м. Геометрический объем куч измельченной древесины оценивается в тысячах, десятках и даже сотнях тысяч кубометров. При расчетах геометрического объема измельченной древесины используют показатель угол естественного откоса α . Угол естественного откоса зависит от вида складываемого материала, фракционного состава, влажности и уплотняемости материала. В справочниках дается в пределах 40—45°, однако в действительности из-за уплотнения измельченной древесины угол естественного откоса может достигать значений 50—55°.

Определение геометрического объема кучи можно осуществлять как натурной съемкой при помощи теодолитов или других устройств, так и при помощи аэрофотосъемки.

Коэффициент полнодревесности измельченной древесины зависит от вида складываемого материала, фракционного состава, размеров и способов формирования кучи.

Первоначальное значение коэффициента Δ принимают в пределах 0,33—0,36, в том числе:

- кора и древесные отходы — 0,33;
- опилки — 0,34;
- щепа — 0,36.

В процессе формирования куч с помощью транспортеров (ленточных, скребковых, шнековых) коэффициент Δ достигает величины 0,34—0,38 в верхних слоях кучи, в нижних слоях за счет уплотнения измельченной древесины $\Delta = 0,45—0,50$. Если для формирования кучи применяются пневмотранспортные установки или бульдозеры, то значения коэффициента полнодревесности будут в пределах 0,36—0,41 для верхних слоев и 0,50—0,55 в нижних плотных слоях.

Для предварительных расчетов объемов измельченных древесных материалов рекомендуется применять следующие значения коэффициента полнодревесности (для куч сформированных механическими транспортерами):

- щепа — 0,38—0,41;
- опилки — 0,35—0,37;
- кора и древесные отходы — 0,34—0,36.

Закрытые склады измельченной древесины используются для хранения текущих расходных запасов подготовленной щепы, опилок, коры или древесных отходов для подачи их в производство или для утилизации. Высота складывания измельченной древесины в закрытых складах может достигать 30 м для щепы и 15 м для коры и древесных отходов. Коэффициент полнодревесности при этом можно применять для щепы $\Delta = 0,41$ при засыпке механическими транспортерами, $\Delta = 0,42$ при использовании пневмотранспортеров. Для щепы, загруженной в варочные котлы, следует

применять $\Delta = 0,4$. В случае использования парового уплотнителя щепы $\Delta = 0,42$ (рис. 2).

Применение указанных выше коэффициентов полндревесности позволяет точнее рассчитывать объемы измельченной древесины для ведения экономически обоснованных технологических процессов, определять нормы расхода сырья, химикатов и побочных материалов.

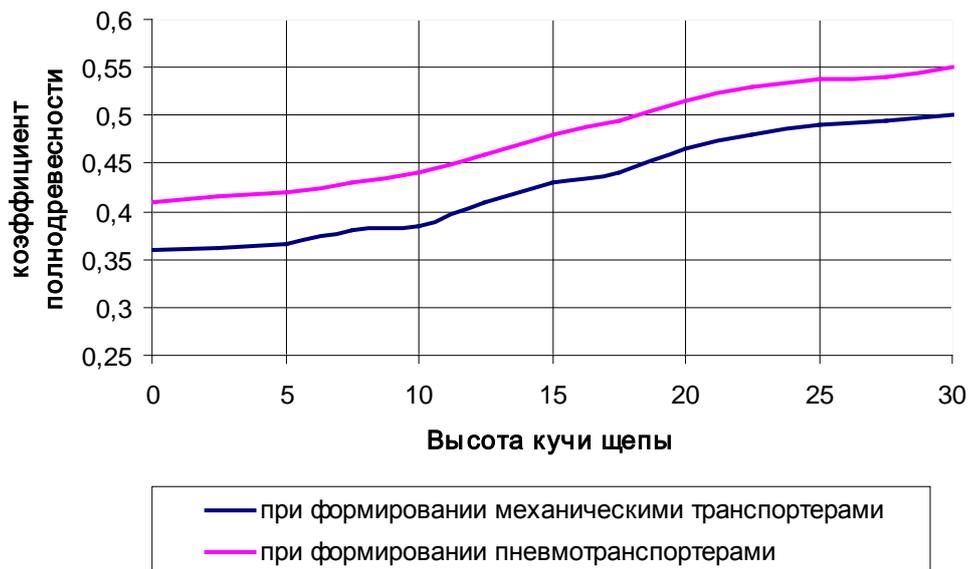


Рис. 2. Значения коэффициента полндревесности щепы в нижних слоях кучи в зависимости от высоты и способа ее формирования.

Библиографический список

1. Технология целлюлозно-бумажного производства [Текст] : справочные материалы. В 3-х томах. Т. 1, ч. 1. Сырье и производство полуфабрикатов. — Санкт-Петербург : СПбГЛТА, 2002. — 432 с.
2. Пейович, Д. Д. Подготовка древесного сырья для производства пеллет [Текст] / Д. Д. Пейович, Б. М. Локштанов // Актуальные проблемы развития лесного комплекса : материалы Междунар. науч.-техн. конф. — Вологда : ВоГТУ, 2017. — С. 120—123.

СЕКЦИЯ «ФИЗИКА И АВТОМАТИЗАЦИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ И ПРОИЗВОДСТВ»

УДК 630*902

Рассматриваются связанные колебания намагниченности и упругого смещения в нормально намагниченной ферритовой пластине с магнитоупругими свойствами. Представлена модель возбуждения динамики магнитной и упругой подсистем при перемагничивании пленки магнетика постоянным полем. Определены амплитудно-частотные характеристики возбуждаемых колебаний вектора намагниченности и упругого смещения.

Ключевые слова: колебания намагниченности, упругие колебания, перемагничивание.

Д. А. Плешев,

старший преподаватель, аспирант;

Ф. Ф. Асадуллин,

доктор физико-математических наук, доцент
(Сыктывкарский лесной институт)

В. С. Власов,

кандидат физико-математических наук, доцент;

Л. Н. Котов,

доктор физико-математических наук, профессор;

Н. А. Оганезова,

кандидат экономических наук, старший преподаватель
(Сыктывкарский государственный
университет имени Питирима Сорокина)

ОСОБЕННОСТИ ВОЗБУЖДЕНИЯ МАГНИТНОЙ И УПРУГОЙ ПОДСИСТЕМ В ТОНКИХ ПЛЕНКАХ МАГНЕТИКОВ ПРИ ПЕРЕМАГНИЧИВАНИИ ПОСТОЯННЫМ ПОЛЕМ

Введение. Проблема магнитострикционного преобразования частот и генерации колебаний вектора намагниченности и упругих смещений на высоких частотах представляют важную и актуальную задачу физики. Экспериментальные исследования по возбуждению гиперзвука показали, что эффективное возбуждение гиперзвука возможно только при малых мощностях, что связано с параметрическим распадом прецессии на обменные спиновые волны при больших мощностях переменного поля. Данный процесс можно предотвратить путем выбора геометрии образца, а именно использованием нормально намагниченной тонкой ферритовой пластины [1; 2]. В работе рассматриваются особенности возбуждения колебаний намагниченности и упругих смещений в нормально намагниченной тонкой ферритовой пластине.

Постановка задачи и основные уравнения. Задача решается в декартовой системе координат $Oxyz$, плоскость Oxy которой находится в центре плоскопараллельной пластины, ось Oz соответствует нормали к плоскости пластины, а центр пластины совмещен с центром системы координат O (рис. 1). Поместим ферритовую пластину в постоянное магнитное поле \vec{H}_0 , большее поля размагничивания $\vec{H}_0 > 4\pi M_0$, где M_0 — намагниченность насыщения пластины, таким образом, чтобы поле было направлено по нормали к плоскости пластины в отрицательном направлении оси Oz . Оси системы координат Ox , Oy и Oz параллельны ребрам кристаллографической ячейки.

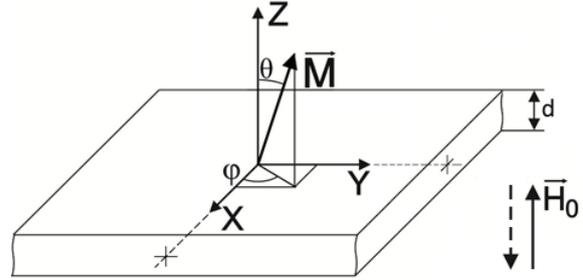


Рис. 1. Геометрия задачи

Полная энергия U пластины магнетика в постоянном магнитном поле $\vec{H} = \{0; 0; \vec{H}_0\}$ равна сумме плотностей магнитной, упругой и магнитоупругой энергий:

$$U = -M_0 H_0 m_z + 2\pi M_0^2 m_z^2 + 2c_{44}(u_{xy}^2 + u_{yz}^2 + u_{zx}^2) + 2B_2(m_x m_y u_{xy} + m_y m_z u_{yz} + m_z m_x u_{zx}), \quad (1)$$

где $\vec{m} = \vec{M}/M_0$ — нормализованный вектор намагниченности; M_0 — намагниченность насыщения пластины; u_{ij} — компоненты тензора смещений; c_{44} — упругая константа; B_2 — магнитоупругая константа.

Колебания намагниченности и упругого смещения определяются уравнением Ландау — Лифшица с диссипативным членом в форме Гильберта и уравнением для компонент вектора механических смещений:

$$\frac{\partial \vec{M}}{\partial t} = -\gamma |M| [\vec{M} \times \vec{H}_{eff}] + \frac{\alpha}{M} \left[\vec{M} \times \frac{\partial \vec{M}}{\partial t} \right], \quad (2)$$

$$\frac{\partial^2 u_{xy}}{\partial t^2} = -2\beta \frac{\partial u_{xy}}{\partial t} + \frac{c_{44}}{\rho} \frac{\partial^2 u_{xy}}{\partial z^2}, \quad (3)$$

где γ — гиромагнитное отношение; α , β — константы затухания для магнитной и упругой подсистем соответственно.

Эффективные поля определяются следующим образом:

$$\vec{H}_{eff} = -\frac{1}{M_0} \frac{\partial U}{\partial \vec{m}} \quad (4)$$

Граничные условия:

$$c_{44} \frac{\partial u_{xy}}{\partial z} \Big|_{z=\pm d/2} = -B_2 m_{xy} m_z \quad (5)$$

Система уравнений решается численно методом Рунге — Кутты 7—8 порядка с контролем интегрирования на каждом шаге. Параметры исследуемого материала типичны для пластины никелевого феррита: намагниченность насыщения ($440 \leq M_s \leq 480$) Гс, составляющая напряженности постоянного магнитного поля по оси Oz — $H_{0z} = 1 \cdot 10^5$ Э, коэффициент магнитной диссипации $\alpha = 0.035$, коэффициент упругой диссипации $\beta = 10^9 \div 10^{11} \text{ с}^{-1}$, упругий коэффициент равен $c_{44} = 1.2 \cdot 10^{11}$ дин/см², а константа магнитоупругости равна $B_2 = 1.6 \cdot 10^8$ дин/см².

Возбуждение прецессии намагниченности и упругих смещений. Вектор намагниченности \vec{m} и постоянное магнитное поле \vec{H}_0 направлены в отрицательном направлении оси Oz. В начальный момент времени постоянное магнитное поле меняет свое направление на противоположное, таким образом, что направление поля \vec{H}_0 совпадает с положительным направлением оси Oz. Таким образом постоянное магнитное поле и вектор намагниченности противоположны, что приводит к неустойчивости положения вектора намагниченности. При малейшей флуктуации вектор намагниченности изменит свое положение, ориентируясь вдоль направления поля [3]. В процессе перемагничивания вектор намагниченности, в связи с гиротропными свойствами среды, прецессирует вокруг оси Oz (рис. 2).

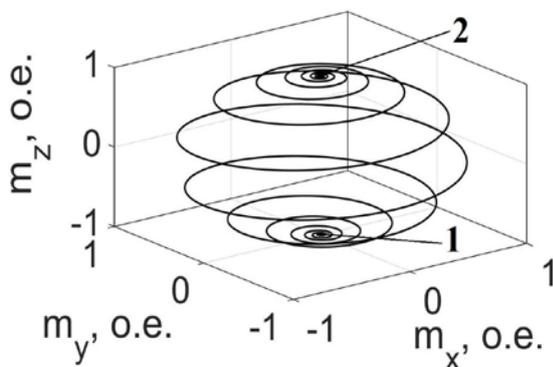


Рис. 2. Переориентация вектора намагниченности:
1 — начальное положение вершины вектора намагниченности;
2 — конечное положение вершины вектора намагниченности

Колебания вектора намагниченности в свою очередь, благодаря магнитострикции, вызывают колебания упругого смещения, которые регистрируются на поверхности пластины при $z = \pm d/2$.

Развитие во времени динамики магнитной и упругой подсистем показаны на рис. 3, где на рис. 3, а показаны колебания вектора намагниченности, а на рис. 3, б колебания упругого смещения. Из рисунка видно, что при движении вектора намагниченности в нижней полусфере, т. е. до момента времени $t = 1.6 \cdot 10^{-9}$ с, частота колебаний компоненты вектора намагниченности m_x выше, чем при движении вектора намагниченности в

верхней полусфере. Подробное объяснение данного явления дается в работе [4].

Рассмотрим подробно амплитудно-частотные характеристики колебаний намагниченности и упругого смещения при перемагничивании постоянным полем, представленные на рис. 4.

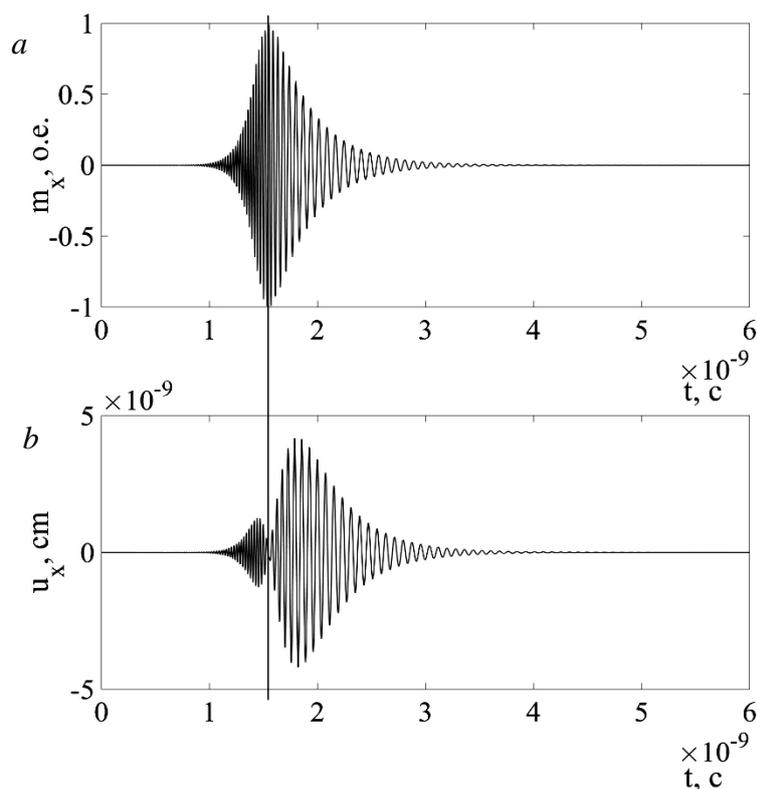


Рис. 3. Развитие во времени колебания компоненты вектора намагниченности m_x — (a) и компоненты упругого смещения u_x — (b)

На графиках АЧХ видно, что частоты колебаний вектора намагниченности и упругих смещений совпадают при движении вектора намагниченности в нижней полусфере (рис. 4, a, b). При этом спектры непрерывны в широком диапазоне частот, что свидетельствует о нестационарности процесса и изменении частоты с увеличением угла отклонения вектора намагниченности от оси Oz.

При движении вектора намагниченности в верхней полусфере, область неустойчивости колебаний упругих смещений, показанная на рис. 4, d, уменьшается, а спектр колебаний вектора намагниченности, представленный на рис. 4, c, имеет два пика, что свидетельствует о разнице частот колебаний вектора намагниченности и колебаний упругого смещения.

Заключение. В работе рассмотрена возможность генерации незатухающих колебаний вектора намагниченности и упругих смещений в магнетике с параметрами характерными для никелевой пластины при пере-

магничивании переменным полем. Определены амплитудно-частотные характеристики колебаний вектора намагниченности и упругих смещений. Выявлено, что при движении вектора намагниченности в нижней полусфере частоты колебаний компоненты вектора намагниченности и упругих смещений совпадают, а при движении в верхней полусфере на спектре колебаний компоненты вектора намагниченности возникает сателлитных составляющая, не являющаяся комбинационной и возникающая вследствие рассогласования частоты колебаний вектора намагниченности и собственной частоты акустического резонанса пластины.

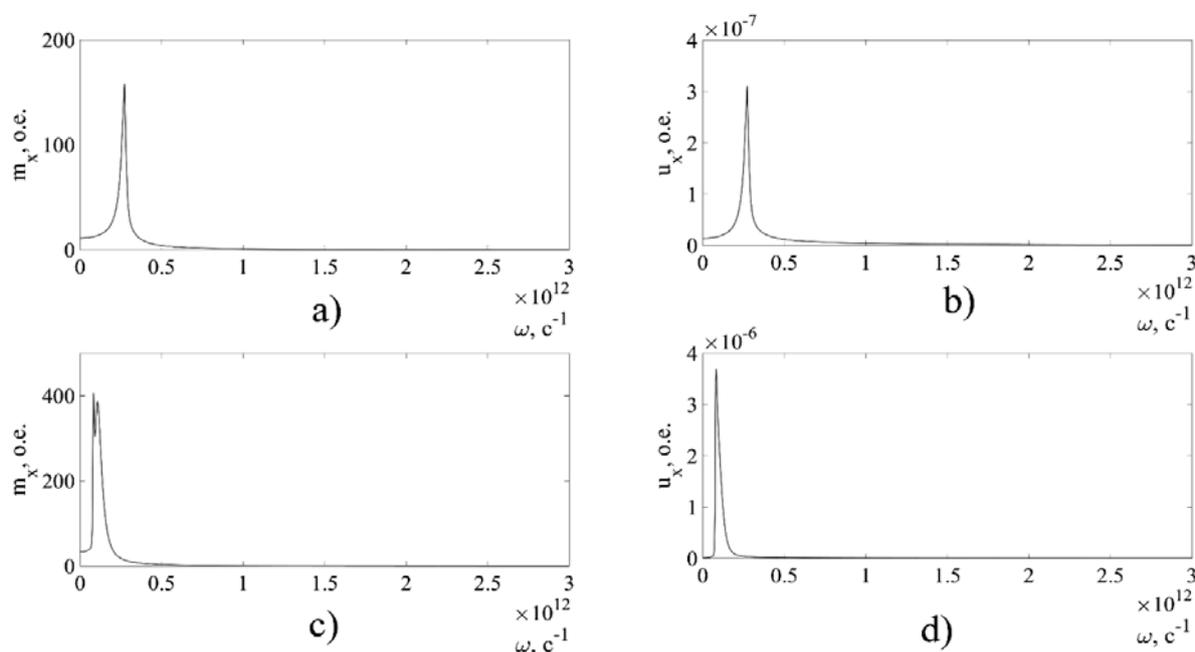


Рис. 4. Амплитудно-частотные характеристики колебаний компоненты вектора намагниченности (*a*, *c*) и упругих смещений (*b*, *d*) при движении вектора намагниченности в нижней полусфере (*a*, *b*) и верхней полусфере (*c*, *d*)

Работа выполнена при поддержке Российского фонда фундаментальных исследований (гранты № 17-57-150001 и 17-02-01138).

Библиографический список

1. 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. — 2015. — Vol. 233—234. — P. 471—475.
2. Asadullin, F. F. Nonlinear Magnetoelastic Dynamics of the Ferrite Plate [Text] / F. F. Asadullin, S. M. Poleshikov, D. A. Pleshev [et al.] // Journal of Siberian Federal University. Mathematics & Physics. — 2017. — № 10 (1). — P. 36—39.
3. Vlasov, V. S. Hypersound excitation in the ferrite plate by impulse magnetization reversal [Text] / V. S. Vlasov, D. A. Pleshev, L. N. Kotov [et al.] // Solid State Phenomena. — 2015. — Vol. 233—234. — P. 480—484.

УДК 539. 194.01

Предложен метод расчета задачи ангармонического осциллятора с симметричным степенным потенциалом

Ключевые слова: ангармонический осциллятор, уравнение Шредингера, численное интегрирование дифференциального уравнения.

С. М. Полещиков,

доктор физико-математических наук, профессор

А. В. Турьев,

кандидат физико-математических наук, доцент.

Ангармонический осциллятор с потенциалом, содержащим только четные степени

Задача об одномерном ангармоническом осцилляторе на протяжении многих десятилетий интересует исследователей, занимающихся ИК-спектроскопией многоатомных молекул. Анализ спектров молекул позволяет интерпретировать их с помощью модельных одномерных потенциалов, одним из которых является потенциал вида

$$U(x) = \pm k_2 x^2 + k_4 x^4 + k_6 x^6, \quad k_i \geq 0. \quad (1)$$

В данной статье анализируется влияние члена шестой степени на уровни энергии этого потенциала.

Кратко остановимся на постановке задачи. Уравнение Шредингера (ангармонический осциллятор)

$$\Psi''(x) + \frac{2m}{\hbar^2} [E_n - U(x)] \Psi(x) = 0$$

в единицах $\hbar = 2m = 1$ имеет вид

$$\Psi'' + [E_n - U(x)] \Psi = 0. \quad (2)$$

Существует много приближенных методов решения этого уравнения с ангармоническими потенциалами [1], включая и наиболее распространенный вариационный метод диагонализации гамильтоновой матрицы. Наши расчеты ангармонического осциллятора проводились методом численного интегрирования Рунге–Кутты.

Начальные условия интегрирования задаются в точке $x = 0$. Для четных уровней энергии отсутствие узла в начале координат дает следующие начальные условия

$$\Psi(0) = 1, \quad \Psi'(0) = 0 \quad (3)$$

и наличие узловой точки для нечетных уровней энергии приводит к условиям

$$\Psi(0) = 0, \quad \Psi'(0) = 1. \quad (4)$$

Количество узловых точек равно номеру энергетического уровня осциллятора. График потенциала с уровнем энергии и волновой функцией с четырьмя узлами представлен на рис. 1.

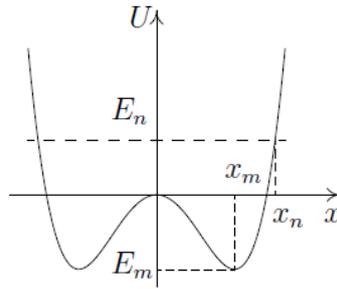


Рис. 1. График потенциала $U(x)$ с уровнем энергии E_n .

Для двухъямного потенциала $U(x) = -k_2x^2 + k_4x^4 + k_6x^6$ уровни энергии находятся выше дна ямы. Дно E_m ямы потенциала соответствует минимальному значению $U(x)$, которое находится из условия $\frac{\partial U(x)}{\partial x} = 0$. При $k_6 = 0$ получаем

$$x_m = \pm \sqrt{\frac{k_2}{2k_4}}, \quad E_m = U(x_m).$$

Аналогично при $k_6 > 0$ находим

$$x_m = \pm \sqrt{\frac{-k_4 + \sqrt{k_4^2 + 3k_2k_6}}{3k_6}}, \quad E_m = U(x_m).$$

Интервал поиска $(-x_0, x_0)$ волновой функции $\Psi(x)$ приближенно определяется по поворотной точке x_n , где классический осциллятор меняет направление движения. Поворотная точка x_n находится из равенства $U(x_n) = E_n$ и для осциллятора с потенциалом $U(x) = -k_2x^2 + k_4x^4$ равна

$$x_n = \sqrt{\frac{k_2}{2k_4} + \sqrt{\frac{k_2^2}{4k_4^2} + \frac{E_n}{k_4}}}.$$

При $k_6 > 0$ для нахождения правой поворотной точки необходимо решить уравнение

$$-k_2x^2 + k_4x^4 + k_6x^6 = E_n.$$

Для двухъямного потенциала в качестве левой границы поиска корня уравнения $U(x_n) = E_n$ берется точка x_m . Для одноямного потенциала левая граница — $x = 0$. Правая граница x_0 в обоих случаях определяется по мере нахождения уровней энергии.

„Хвосты“ волновых функций вне потенциала должны асимптотически приближаться к нулю. Это необходимое условие правильности нахождения уровня энергии E_n .

Точка x_0 должна выбираться существенно дальше от поворотной точки, т.е. $x_0 > x_n$. Сдвиг x_0 вправо от начала координат увеличивает точность уровня E_n . Однако, очень большие значения $x_0 \gg x_n$ приводят к пикам волновых функций, что не соответствует ее физическому смыслу.

В расчетной схеме делается масштабное преобразование $\xi = \frac{x}{x_0}$, чтобы график волновых функций строился в интервале $(-1, 1)$.

Опишем схему нахождения уровня энергии симметричного потенциала (1). В этой схеме на каждом шаге приходится численно решать уравнение Шредингера (2). В нашем случае применялся метод Рунге-Кутты-Фельберга восьмого порядка с автоматическим выбором шага интегрирования. Шаг интегрирования контролировался методом седьмого порядка. Соответствующая фортран-программа *RKF87* применялась для решения задач небесной механики [2]. Численное интегрирование проводилось в арифметике двойной точности REAL*8. За относительную локальную ошибку метода бралась величина $\varepsilon = 10^{-12}$. Интегрирование проводилось на единичном отрезке с начальными условиями (3), (4).

Таблица 1. Результаты расчёта первых девяти уровней энергии для указанных потенциалов

№	$9x^2 + x^4$	$9x^2 + x^4 + 0.1x^6$	$-9x^2 + x^4$	$-9x^2 + x^4 + 0.1x^6$
0	3.078590	3.084262	-16.126189	-10.677466
1	9.381446	9.417803	-16.125962	-10.669839
2	15.959599	16.077525	-8.442122	-2.960185
3	22.784884	23.055224	-8.418713	-2.449049
4	29.835649	30.340030	-2.219811	2.107826
5	37.094591	37.921566	-1.580804	5.299988
6	44.547496	45.788680	2.310985	9.718311
7	52.182404	53.931905	5.131888	14.598895
8	59.989088	62.341190	8.880298	19.555873

На первом шаге выбираются два значения энергии E_{nA} , E_{nB} и для каждого из них численно интегрируется уравнение (2). В результате находятся два значения решения $\Psi(x)$ в точке $x = 1$, обозначаемые соответственно через Ψ_A , Ψ_B . Если Ψ_A , Ψ_B одного знака, то возвращаемся на начало и повторяем процедуру с другими значениями E_{nA} , E_{nB} .

На втором шаге берем середину отрезка $[E_{nA}, E_{nB}]$

$$E_n = \frac{1}{2}(E_{nA} + E_{nB})$$

и интегрированием (2) находим соответствующее значение $\Psi(1)$. Полученное значение $\Psi(1)$ сравниваем с Ψ_B . Если $\Psi(1)$ и Ψ_B одного знака, то полагаем $\Psi_B = \Psi(1)$, $E_{nB} = E_n$. Иначе — $\Psi_A = \Psi(1)$, $E_{nA} = E_n$.

Далее проверяем условие

$$|E_{nB} - E_{nA}| < \varepsilon, \quad \varepsilon \approx 10^{-8}.$$

Если оно выполнено, вычисления останавливаем и принимаем в качестве значения уровня энергии найденное на последнем шаге значение E_n . Иначе возвращаемся на второй шаг.

Для лучшей визуализации волновой функции можно подбирать масштабный коэффициент x_0 . В точке $x = 1$ волновая функция $\Psi(x)$ должна „почти“ касаться оси абсцисс. Это условие можно задать неравенством

$$|\Psi'(1)| < 10^{-2}.$$

Рассмотренный алгоритм напоминает метод „деления отрезка пополам“ для решения нелинейного уравнения. По сравнению с аналитическими методами изложенный метод в практическом плане имеет преимущество.

В таблице 1 приведены результаты расчета первых девяти уровней энергии осцилляторов с потенциалами четвертой и шестой степени.

Полученные результаты показывают, что слагаемое k_6x^6 даже с малым значением k_6 существенно сдвигает уровни энергии вверх, особенно для двухъямного потенциала. Это происходит вследствие возрастания крутизны потенциала шестой степени.

Библиографический список

1. Жирнов, Н.И. Новое приближенное решение задачи об ангармоническом осцилляторе [Текст] / Н. И. Жирнов, А. В. Турьев. // *Оптика и спектроскопия*. — 1980. — Т.49. — №. 2. — С. 263–268.
2. Полещиков, С. М. Регуляризация уравнений ограниченной задачи трех тел на плоскости с помощью L-преобразований [Текст] / С. М. Полещиков // *Космические исследования*. — 2015. — Т. 53. — № 5. — С. 421–429.

УДК 630*902

Проведен расчет магнитных взаимодействий для описания структуры композитной пленки. Показано, что для приближённого аналитического вычисления магнитных характеристик плёнок необходимо описать неоднородную плёнку как сплошную композитную среду. Проведена оценка параметров этой среды с использованием распределения гранул плёнки по размерам.

Ключевые слова: композитная пленка, эффективный радиус гранул, кривая Лоренца.

В. А. Устюгов,

кандидат физико-математических наук, доцент
(Сыктывкарский государственный
университет имени Питирима Сорокина)

Ф. Ф. Асадуллин,

доктор физико-математических наук, доцент
(Сыктывкарский лесной институт)

ИССЛЕДОВАНИЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЙ ЧАСТИЦ КОМПОЗИТНЫХ ПЛЁНОК ПО РАЗМЕРАМ

Исследование и внедрение в производственные технологии наноразмерных объектов позволило за последние два десятилетия значительно расширить рынок магнитных материалов, запоминающих устройств и магнитных датчиков, имеющих на сегодняшний день оборот порядка 30 млрд долл. США в год. Значительные усилия научных работников направлены на дальнейшее изучение процессов, протекающих на нано- и субмикронном уровнях, что не только дает долгосрочный вклад в экономическое развитие и стимулирует повышение вычислительных мощностей современных компьютеров, но и способствует накоплению знаний в фундаментальных областях науки.

Сложность структуры многокомпонентных наноразмерных систем стимулирует развитие методов микро- и наноспектроскопии [1]. В настоящее время для определения характеристик поверхности тонких плёнок и особенностей их внутренней структуры применяются такие методы, как атомная и магнитная силовая микроскопия, рентгеновская фотоэмиссионная электронная микроскопия, электронная голография, спин-поляризованная сканирующая туннельная микроскопия, сканирующая электронная микроскопия с поляризационным анализом и др. [2].

При расчете магнитных взаимодействий перед исследователем стоит сложная задача аналитического описания структуры композитной пленки [3]. Гранулы, входящие в состав пленки могут иметь форму эллипсоидов с

варьирующими осями, кроме того, при высокой концентрации металлического вещества возможно объединение отдельных гранул в кластеры со сложной, в том числе фрактальной, структурой (рис. 1).

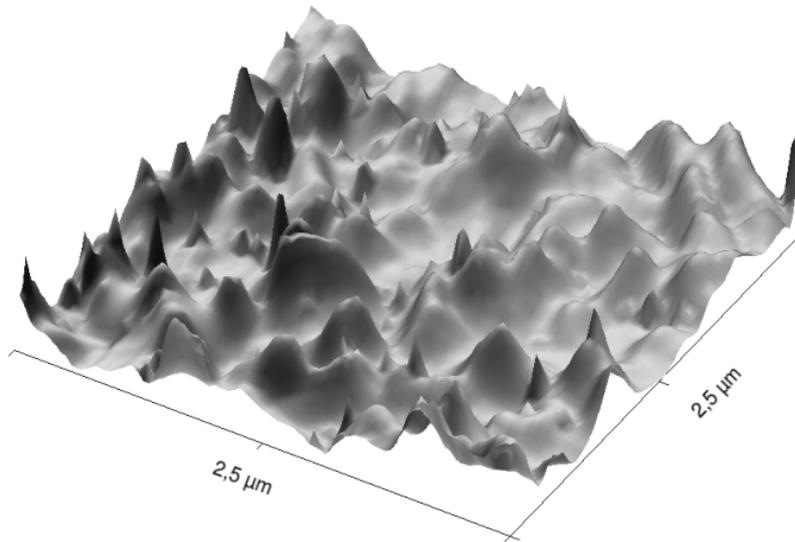


Рис. 1. АСМ изображение композитной пленки $(\text{Co}_{45}\text{Fe}_{45}\text{Zr}_{10})_x(\text{Al}_2\text{O}_3)_y$ с концентрацией композитной фазы $x = 0,63$

Для приближенного аналитического вычисления магнитных характеристик плёнок необходимо описать неоднородную пленку как сплошную композитную среду. Для оценки параметров этой среды используем распределение гранул плёнки по размерам.

Кривые распределения гранул по эффективным радиусам аппроксимируем лоренцевой кривой:

$$y(x) = \frac{A}{(x - x_0)^2 + b^2},$$

где A , b , x_0 — параметры кривой.

В нашем случае x_0 имеет смысл минимального радиуса гранул, обнаруженных в пленке, параметры A и b подбираются автоматически. Для аппроксимации использовалось свободное программное обеспечение QtiPlot.

В ходе анализа полученных из АСМ-изображений данных об эффективных радиусах частиц при различных концентрациях металлической фазы в композите были определены параметры аппроксимирующих кривых (таблица).

Параметры аппроксимирующих кривых

Концентрация	$r_{min}, 10^{-7}$ м	$r_{max}, 10^{-7}$ м	A	b	RMSE	$r_a, 10^{-7}$ м
$x = 0.39$	0.18	2.61	0.14	0.42	0.08	0.33
$x = 0.48$	0.24	3.23	0.38	0.62	0.05	0.80
$x = 0.51$	0.20	3.43	0.46	0.74	0.09	0.85
$x = 0.57$	0.55	5.45	0.43	0.57	0.08	1.54

В таблице RMSE — среднеквадратическая ошибка, характеризующая точность аппроксимации, рассчитываемая по формуле:

$$RMSE = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (n_{exp} - n_{app})^2}{n}},$$

где n_{exp} и n_{app} — экспериментально полученная и аппроксимированная функции распределения частиц по эффективным радиусам (рис. 2).

Графики полученных распределений приведены на рис. 3. Подставляя полученные значения параметров распределения A и b , можно найти выражение для среднего радиуса частицы в ансамбле:

$$r_a = A \left(\frac{1}{2} \ln(1 + \xi^2) + \frac{r_{min}}{b} \xi \right),$$

где $\xi = \frac{r_{max} - r_{min}}{b}$.

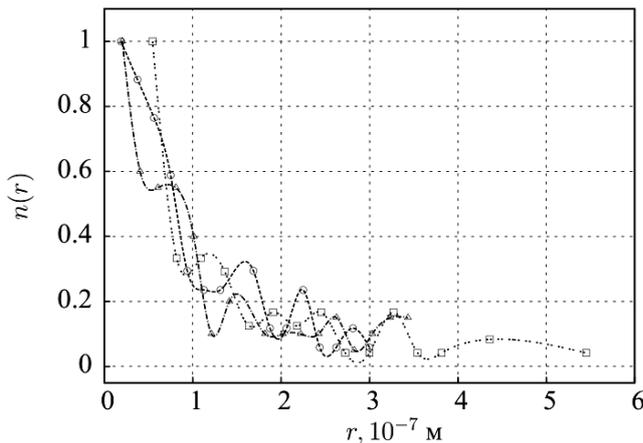


Рис. 2. Распределение металлических гранул по эффективному радиусу при различных концентрациях металлической фазы x : 0.45 (кружки), 0.51 (треугольники), 0.57 (квадратики)

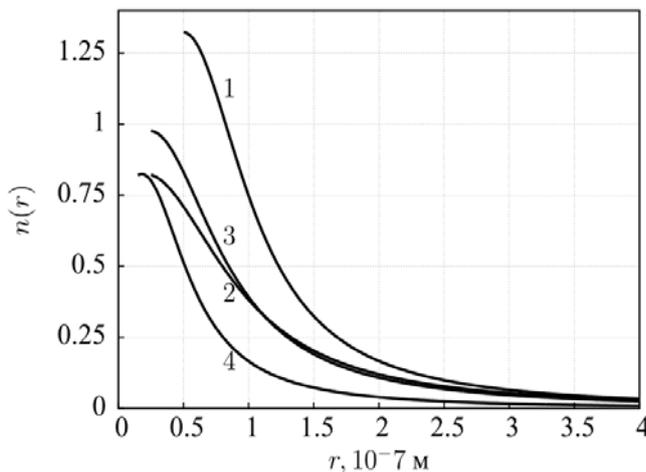


Рис. 3. Аппроксимация распределения металлических гранул по эффективному радиусу при различных концентрациях металлической фазы x : 0.57 (1); 0.51 (2); 0.48 (3); 0.39 (4)

Таким образом, кривая Лоренца с удовлетворительной точностью может описать распределение частиц по размерам в композитной пленке, что

дает возможность использования классических моделей для описания поведения намагниченности.

Библиографический список

1. Нелинейные явления в нано- и микрогетерогенных системах [Текст] / С. А. Гриднев, Ю. Е. Калинин, А. В. Ситников, О. В. Стогней. — Москва : Бинум. Лаборатория знаний, 2012.
2. Sellmyer, D. Advanced magnetic nanostructures [Text] / D. Sellmyer, R. Skomski. — Springer, 2006.
3. Netzelmann, U. Ferromagnetic resonance of particulate magnetic recording tapes [Text] / U. Netzelmann // J. Appl. Phys. — 1990. — Vol. 68. — P. 1800.

СЕКЦИЯ «ФОРМИРОВАНИЕ ЛИЧНОСТИ СПЕЦИАЛИСТА ЛЕСНОЙ ОТРАСЛИ ЧЕРЕЗ ПРЕПОДАВАНИЕ ГУМАНИТАРНЫХ ДИСЦИПЛИН»

УДК 347.61

В статье приводятся данные, говорящие о динамике стабильности семьи в зависимости от стабильности государства.

Ключевые слова: стабильность, стабильность государства, социальная стабильность, семья.

Н. Н. Мачурова,
кандидат психологических наук,
доцент по социологии
(Сыктывкарский лесной институт)

СТАБИЛЬНОСТЬ ГОСУДАРСТВА — ОСНОВА СТАБИЛЬНОСТИ СЕМЬИ

Проблема стабильности имеет не только теоретическое, но и практическое значение. Стабильное общество представляет собой систему, которая имеет две тенденции: первая — к развитию, вторая — к устойчивости. В данной работе мы отождествляем понятия «общество» и «государство». Понятие «стабильность государства» имеет несколько направлений исследования: политическое, экономическое, социальное.

Актуальность темы исследования определяется следующими обстоятельствами. Изменение внутренних и внешних факторов, которые обеспечивают стабильность государства, а именно: стремление отдельных стран вызвать дестабилизацию ситуации в Российской Федерации, стремление изменить ее международный курс. Наличие экономических санкций со стороны США и их европейских союзников дестабилизируют экономическую ситуацию в России. Введение в российскую действительность новых законов и правил (введение новой пенсионной реформы) под влиянием внешних и внутренних обстоятельств снижает социальную стабильность общества.

Большинство научных исследований связано с такими проблемами стабильности, как политическая стабильность государства. В своей работе Н. В. Цуренков [1] приводит классификацию публикаций авторов по теме стабильности государства, выделив четыре направления. Первое из них имеет теоретико-методологический характер, обосновывая проблему стабильности в целом. Вторая группа работ исследуют понятия «безопасность» и «национальная безопасность». В рамках третьей группы проводятся исследования по самоорганизации социальных систем. А четвертая группа представлена работами о роли и месте государственных органов

власти и институтов гражданского общества в обеспечении национальной безопасности.

Термин «экономическая стабильность» связан с показателями ВВП страны, ростом курса национальной валюты, сокращением расходов бюджета государства. Низкий уровень безработицы является одним из показателей хорошей финансовой обстановки в стране. На экономическую стабильность влияет любой показатель, который имея негативную тенденцию, тянет за собой и всю цепочку других показателей.

Социальная стабильность является необходимым условием нормального существования любого общества. Устойчивость социальной системы (социальная стабильность) обеспечивается социальными институтами государства и гражданского общества.

Семью как социальный институт можно рассматривать механизмом социальной стабильности. Жители любой страны, в том числе и россияне ждут от государства стабилизации в социальной, экономической, политической и культурной сферах жизни.

Объект исследования — стабильность семьи.

Предмет исследования — динамика стабильности семьи.

Цель исследования заключается в проведении анализа динамики стабильности семьи в социальной, экономической, политической и культурной сферах жизни.

Социологический опрос проводился среди студентов очной и заочной форм обучения с 2010 по 2018 г. (2010, 2014, 2016, 2017 гг.). В исследовании приняли участие 809 человек (48,7 % — мужчины, 51,3 % — женщины). 86,2 % респондентов имели возраст от 18 до 30 лет; 37,1 % замужем или женаты; 27,3 % имеют детей.

Пилотажное исследование (в свободном написании респондентами ответов на вопрос, что с их точки зрения относится к стабильности семьи и государства) позволило определить четыре сферы жизни, которые обеспечивают стабильность в государстве: экономическая, социальная, политическая и культурная. Каждая сфера жизни представлена в понятиях в таблице.

Количество ответов по данным сферам неравномерно. В наибольшей степени представлены понятия из сферы социальной стабильности — 39,2 %; экономической — 28,8 %; культурная — 23,5 % и политическая стабильность — 8,5 %.

Самыми острыми проблемами для семьи являются:

- 1) отсутствие своего жилья (17,6 %);
- 2) нехватка денег на предметы первой необходимости (17,6 %);
- 3) плохое состояние здоровья (12,5 %);
- 4) недостаток свободного времени (11,9 %);
- 5) отсутствие работы (11,0 %).

Остальные шесть вопросов набрали от 3,4 до 7,0 %.

На уровне города беспокойство у членов семьи вызывают:

- 1) безработица (22,2 %);
- 2) агрессивность в обществе (13,8 %);
- 3) пьянство (12,0 %).

Распределение понятий стабильности, нестабильности семьи
 в различных сферах жизни

Социальная	Экономическая	Культурная	Политическая
1. Повышение в обществе статуса семьи с детьми, уважительное отношение к ней 2. Одиночество 3. Организация досуга 4. Уверенность в завтрашнем дне 5. Состояние здоровья 6. Неуверенность в прочности семьи 7. Отсутствие брачного партнера 8. Уменьшение численности детей в семье 9. Употребление алкоголя и наркотиков 10. Совместное проживание с родителями 11. Отсутствие детей 12. Благоустройство города	1. Отсутствие своего жилья 2. Плохие жилищные условия 3. Отсутствие работы 4. Нехватка денег на предметы первой необходимости 5. Отсутствие помощи от государства 6. Высокие ставки по ипотечному кредиту 7. Обеспеченность материнским капиталом и другими подобными пособиями	1. Достойное образование для детей 2. Духовный рост населения 3. Улучшение системы образования 4. Агрессивность в обществе 5. Возможность продолжить образование 6. Невозможность дать хорошее образование 7. Сохранение культуры своей страны 8. Культурные и моральные ценности должны быть основой общества	1. Меньше зависеть от США и Евросоюза 2. Меньше травить народ западными продуктами 3. Меньше травить народ западным телевидением 4. Сплоченность народов России

Количество процентов по вопросу о безработице, в 2014 — 2016 — 2017 гг. имеет значимое изменение 10,8 — 23,9 — 28,3 %. В этот же временной период наметилась тенденция снижения значимости агрессии в обществе с 17,0 — 14,8 — 10,3 %.

На структуру семьи в большей степени негативно влияет:

- 1) рост свободного выбора партнера в современных городах – 22,5 % (по годам: 20,2 — 22,6 — 24,0 %).
- 2) увеличение возраста вступления в брак — 21,4 %.
- 3) уменьшение численности детей в семье — 20,3 %.

Причинами откладывания рождения последующих детей названы следующие:

- 1) жилищные условия — 32,0 %;
- 2) материальные затруднения — 29,3 %;
- 3) неуверенность в завтрашнем дне — 10,6 %.

Факторами, которые необходимы для рождения желаемого количества детей, по мнению респондентов, являются:

- 1) достаточный уровень доходов в семье — 19,0 %;
- 2) наличие полной семьи — 17,6 %;
- 3) хорошие отношения с супругом — 14,3 %;
- 4) экономическая стабильность в стране, уверенность в завтрашнем дне — 11,7 %;
- 5) возможность приобретения жилья и его удовлетворительное состояние — 9,2 %.

Препятствиями иметь желаемое количество детей выступают:

- 1) материально-финансовые проблемы — 22,4 %;
- 2) жилищные проблемы — 18,3 %;
- 3) моральная, психологическая неготовность семьи иметь детей — 12,2 %;
- 4) страх за будущее своих детей — 11,8 %.

На повышение рождаемости в стране может повлиять:

- 1) повышение экономической стабильности в стране, уверенность в завтрашнем дне — 15,5 %;
- 2) повышение доступности приобретения жилья — 14,2 %;
- 3) увеличение доходов населения — 14,1 %;
- 4) решение проблем безработицы — 11,6 %;
- 5) выплаты семьям с детьми материнских капиталов — 10,1 %.

Свое материальное положение респонденты оценили следующим образом: за 2014, 2016, 2017 гг. наметилась тенденция к снижению доли тех, кто живет в достатке: 26,7 — 27,1 — 17,8 %, а также тех, у кого денег на текущие расходы хватает: 46,5 — 49,5 — 44,0 %. В то же время увеличивается количество тех семей, где живут от зарплаты до зарплаты: 22,7 — 20,3 — 29,3 % и тех, кто бедствует: 0 — 1,4 — 4,4 %. Поэтому молодежь нуждается в дополнительных специальных законах, направленных на поддержку молодой семьи — 94,9 %. Чтобы личная семья респондентов была стабильно от государства ожидают следующей помощи:

- 1) охрана здоровья и бесплатные медицинские услуги — 18,3 %;
- 2) достойное образование для детей — 15,4 %;
- 3) материнский капитал и подобные пособия — 14,2 %;
- 4) первоначальный капитал для улучшения жилья — 12,6 %;
- 5) низкие процентные ставки на ипотеку — 11,0 %.

На вопросы о стабильности России как государства в различных сферах жизни респонденты ответили так: в политической сфере — сплочение народов России — 46,1 % и меньше зависеть от США и Евросоюза — 41,6 %.

В экономической сфере:

- 1) производство собственных товаров — 16,1 %;
- 2) хорошая экономика, доходы страны вкладывать в ее развитие — 15,9 %;
- 3) наличие рабочих мест — 15,4 %;
- 4) подъем сельского хозяйства, помощь фермерским хозяйствам — 15,1 %.

В социальной и культурной сферах:

- 1) сохранение культуры своей страны, чтить традиции своего народа, уважение к традициям — 21,2 %;
- 2) уверенность в будущем у каждого гражданина — 12,7 %;
- 3) культурные и моральные ценности должны быть основой общества — 12,0 %;
- 4) избавиться от коррупции — 11,8 %;
- 5) сильные люди, стоящие у власти, умно правящая структура в обществе — 10,5 %.

На формирование семейных ценностей в первую очередь повлияет родительская семья — 33,4 %; внутренняя потребность быть с близким человеком — 12,0 %; друзья, сверстники — 11,9 %; учреждения образования — 10,5 %; средства массовой информации — 10,5 %. В 2017 г. наметилась тенденция доминирования материальных ценностей, как у мужчин (что им более свойственно в конце прошлого века), так и у женщин (в конце прошлого века у женщин проявлялось доминирование духовных ценностей).

Таким образом по результатам исследования можно говорить о прямой взаимосвязи стабильности государства и стабильности семьи. Понижение уровня стабильности государства в четырех сферах жизни сказывается на всех сферах жизни семьи.

Библиографический список

1. Цуренков, Н. В. Политическая стабильность Российского государства и ее влияние на пограничную безопасность [Текст] : автореф. дис. ... канд. полит. наук : 23.00.02 : защищена 16.04.15 / Н. В. Цуренков. — Москва, 2015. — 20 с.
2. Мачурова, Н. Н. Отношение человека к семье через призму жизненных ценностей личности [Электронный ресурс] / Н. Н. Мачурова // Юбилейные чтения : науч.-практ. конференция профессорско-преподавательского состава Сыктывкарского лесного института по итогам науч.-исслед. работы в 2009 году (Сыктывкар, СЛИ, 11—18 февраля 2010 года) : сб. материалов / отв. за вып. Е. В. Хохлова. — Сыктывкар : СЛИ, 2010. — 1 эл. опт. диск (CD-ROM).
3. Мачурова, Н. Н. Особенности отношения к семье в современной России (на примере студентов) [Электронный ресурс] / Н. Н. Мачурова // Февральские чтения :

сборник материалов научно-практической конференции профессорско-преподавательского состава Сыктывкарского лесного института по итогам научно-исследовательской работы в 2013 году (Сыктывкар, СЛИ, 18—20 февраля 2014 года) : научное электронное издание / отв. ред. Е. В. Хохлова. —Сыктывкар : СЛИ, 2014. —
Режим доступа: <http://lib.sfi.komi.com/ft/301-001374.pdf>.

УДК 82-343

В статье приводится попытка анализа рецепции романа Даниеля Дефо «Странные и удивительные приключения Робинзона Крузо» в постколониальном романе Дж.М. Кутзее «Мистер Фо». С помощью описания приемов мифологизации художественных образов выделяются мотивы труда и разума, сомнения, наказания, общие для рассматриваемых романов. Проведенный сравнительный анализ раскрывает особенности диалога просветительского и постколониального дискурсов в литературе.

Ключевые слова: рецепция, просветительский роман, постколониальный роман, неомифологическое сознание, Дефо, Кутзее

И. С. Погодина,
аспирант, специальность 10.01.03 «Литература
народов стран зарубежья. Западноевропейская литература»
(Нижегородский государственный
лингвистический университета им. Н.А. Добролюбова)

РОБИНЗОН И ПЯТНИЦА: ПРОСВЕТИТЕЛЬСКИЙ МИФ В ПОСТКОЛОНИАЛЬНОМ РОМАНЕ ДЖ. М. КУТЗЕЕ «МИСТЕР ФО»

Джозеф Максвелл Кутзее — южноафриканский писатель, представитель английской литературы постколониального периода, чье творчество впитало историческую и культурную память нескольких народов. Традиционно его романы рассматриваются в корпусе постколониальной литературы, а авторская позиция анализируется как реакция на исторические события и социальную ситуацию в его стране. Для его творчества свойственно обращение к проблематике взаимодействия культуры доминиона и митрополии, внимание к расовым и этническим конфликтам, глобализму и регионализму, эмиграции и ассимиляции. Эти выводы отражены в работах зарубежных (М. Воган, С. Галлагер, Д. Пеннер) и отечественных исследователей (О. А. Павлова, К. А. Григорьева, О. Ю. Анцыферова, С. П. Толкачев). Среди характерных особенностей литературной реакции на исторические события распада колониальной системы выделяются гибридная ментальность писателей-мультикультуралистов, поиск национальной идентичности, а также акцент на особую роль языка в определении таких категорий, как история, творчество и память. Научный инструментарий, используемый при изучении постколониального творчества, включает понятия «межкультурный конфликт», «отрыв от корней», «культурная гетерогенность» и др. В исследовательской практике также выявлены модели мифотворчества и формы мифологизации литературных образов, использованные писателями мультикультуралистами для переосмысления культурных стереотипов и исторического опыта (Е. А. Струкова, Е. В. Рацинская).

Литературоведческие исследования постколониального творчества обращаются к понятию неомифологизма, введенного Е. М. Мелетинским как концепция, рассматривающая мифологизм (соотнесенность с мифом) как наиболее характерную форму художественного мышления XX века. Таким образом, в отличие от мифа в традиционном понимании, «неомиф не воссоздается, а создается заново в новых условиях» [3, с. 152]. Целью данного исследования является попытка анализа диалога просветительского и постколониального мифологического сознания в романе Дж. М. Кутзее «Мистер Фо». В круг основных задач входит выявить рецепцию просветительского мифа путем его лингвистической репрезентации на мифологемном уровне. Основой исследовательского метода является концепция мифа А. Ф. Лосева, отечественного философа, сторонника философско-культурологического и символического подхода к изучению мифа. Общей основой названных подходов является трактовка данного понятия как обобщенно-чувственного восприятия действительности, реализуемого в сознании посредством языковых форм. Определение мифа А. Ф. Лосева наиболее полно отражает основные утверждения этой концепции. Согласно ученому, «миф есть имя, развернутое в направлении смысла и идеи, имя, данное как созерцаемая, изваянная смысловая картина сущности и ее судеб в инобытии» [1, с. 232].

В рамках данной работы следует особо отметить исследование Е. А. Струковой, в котором проводится анализ рецепции творчества Даниеля Дефо в постколониальном романе Кутзее. Исследователь выделяет такие формы мифологизации образа творческой личности, как обращение к существующим мифам, вольная трактовка исторических фактов, жанр псевдобιοграфии, взгляд на трагизм истории как связующее звено различных культур. Неомифологизм «Мистера Фо» характеризуется как инструмент создания «постколониального ответа» (*postcolonial response to*) [4, с. 10]. Данные формы мифологизации относятся не только к образу творческой личности в частности, но и к любому другому литературному образу.

При описании становления постколониального неомифа целесообразно обратиться к мысли Т. А. Шарыпиной, выделившей две проблемы анализа принципов рецепции античного наследия, включающих «рецепцию автором изучаемого произведения многовекового опыта человечества, заложенного в мифе», а также «восприятие вновь созданного художественного произведения читателем» [5, с. 8]. Указанные рецептивные направления могут быть использованы как основа классификации моделей мифотворчества, описанных в исследовании Е.А. Струковой. Первое направление рецепции мифа включает аллюзию на узнаваемый литературный сюжет или миф. Второе рецептивное направление основано на символическом преломлении мифологического сознания-современника в рамках литературного произведения. Путем синтеза обозначенных направлений воз-

никает то самое «третье пространство» литературы и культуры, которое является площадкой для переоценки сложившихся стереотипов» [4, 175]. Данное пространство являет собой сферу мифа. Проводимый анализ ориентирован на выявление процессов мифологизации литературного образа в романе Кутзее а также на характеристику преломления аллюзии на литературный сюжет в неомифологическом сознании.

Характеризуя проблему неомифа в романах Дж. М. Кутзее, важно отметить, что для писателя особо остро стоит вопрос определения национальной идентичности. По справедливому замечанию О. А. Павловой, «Дж. М. Кутзее являет собой тип экспериментирующего сознания, своего рода "перекати-поля", которое постоянно меняет свое обличье» [2, с. 193]. Аналогичная метаморфоза наблюдается и с его персонажами в ходе развития сюжета, в частности, с героями романа «Мистер Фо». По мере раскрытия личности каждого персонажа, роман «Мистер Фо» вводит в повествование новую грань, рассматривающую насущный вопрос постколониальной практики.

Как уже отмечалось, творчество Дж. М. Кутзее трактуется как «ответ метрополии», поэтому функциональная иерархия данных персонажей может быть интерпретирована как символ взаимоотношений колонии и доминиона. В отношении романа «Мистер Фо» примечательно то, что его автор создал аллюзию не только на творчество Дефо, но и на биографию писателя, расширив, таким образом, мифотворческий потенциал произведения. Посредством введения в «игру» образов женщины-очевидца и писателя-творца роман осуществляет призыв к современникам, напоминая о пластичности текста истории и его влияния на память культуры.

В постколониальном дискурсе образ отшельника на острове не соответствует рамкам «горизонта читательского ожидания». Первое отличие новой версии романа от классического источника заключается в том, что повествование ведется не с точки зрения самого Крузо, а от лица некой Сьюзан Бартон. Новый герой-рассказчик отождествляется с читателем-современником, воспитанном на классическом английском романе, и «воскрешает» просветительский миф о Робинзоне. Данная подмена персонажа известного сюжета обладателем свежего взгляда на историю осуществляет реализацию неомифологического сознания XX века.

Так же как и его литературный прототип, Крузо является единственным полноправным хозяином острова, где все подчиняется его воле. На это указывают многократные мифологемы острова, например, «his island kingdom», «his realm» [7, 25]. Однако постколониальный неомиф выбирает те мотивы классического сюжета, которые соответствуют его художественным и философским потребностям и направлены, в первую очередь, на переоценку сложившихся стереотипов. Поэтому жизнеописание Крузо на острове вносит коррективы в классическое представление о человеческой

природе и мифе о европейской цивилизации. С первых страниц этот процесс осуществляется путем описания рукотворного жилища Крузо и первых символов «рукотворной» цивилизации. «In the hut Cruso had a narrow bed, which was all his furniture» [7, с. 9]. Наличие кровати как единственного предмета мебели акцентируется в романе трижды, и в третий раз сама героиня романа отмечает символическую природу данного факта. «Does it not speak volumes that the first and the only piece of furniture that your master fashioned was the bed? How different it would not have been had he built a table and stool, and extended his ingenuity to the manufacture of ink and writing tablets and then sat down to keep an authentic journal...» [7, с. 82]. В отличие от классического Робинзона, давшего ответ вызову природы посредством сооружения стола и стула, как отличительных признаков человека от дикого животного, Крузо постколониального дискурса, наоборот, уподобляется животному в своей жизни на необитаемом острове. Однако даже в таких экстремальных условиях его способ существования отличается от того, какой ведет его слуга Пятница, который спит на полу. Таким образом, предметы мебели и описание жилища людей на необитаемом острове выступают как знаковая ситуация, которая может быть интерпретирована в ключе определенного социально-исторического контекста. Предметы мебели в просветительском литературном тексте выступают в качестве слова-имени, первого ответа человека на вызов природы. В постколониальном неомифе данный символ приобретает дополнительные значения. Сьюзан Бартон жалеет об отсутствии стола и стула в хижине Крузо, потому что для нее они являются атрибутами писательской деятельности, а значит, несут в себе мотив ответственности за историческую и культурную память. Помимо этого, акцентированное наличие на острове Крузо единственной кровати определенным образом выделяет британца-колонизатора как среди представителей доминиона, так и так и характеризует его влиятельную роль на положение «потомков Робинзона» постколониального периода, представителем которых является Сьюзан Бартон.

В новом видении известного сюжета также акцентировано отсутствие орудий труда, на острове нет ни глины, ни деревьев, подходящих для плотничества. Крузо не ведет отсчет времени. Просветительский миф о труде и разуме как ключевых ресурсах человека и движущих силах цивилизации обретает иное толкование, будучи реализован в виде создания террас. Террасы на острове Крузо представляют собой расчищенную землю, огражденную каменными стенами, приготовленную для посадок. Они являются результатом огромного труда, которому Крузо посвятил всю свою жизнь на острове. Неудивительно, что его глубочайшим разочарованием является отсутствие на острове семян плодородных культур. «The planting is not for us", said he. "We have nothing to plant – that's our misfortune". And he looked at me with such sorry dignity, I could have bit my tongue»

[7, с. 33]. В рамках ответа колониальному прошлому митрополии невозможность Крузо полноценно возделывать землю может расцениваться как намек на результат культурного вмешательства. Сомнение в результатах труда Крузо подчеркивается рассуждениями Сьюзан Бартон. «As for myself, I wondered who would cross the ocean to see terraces and walls, of which we surely had an abundance at home» [7, с. 18]. Слово *abundance* в сочетании с неопределенным артиклем представляет собой лингвистическую девиацию, которая вводит мотив потери национальной идентичности в условиях колониальной политики и глобализации. Однако, по словам Крузо, он якобы бы не перестает надеяться, что его труд принесет плоды в неопределенном будущем. «The planting is reserved for those who come after us and have their foresight to bring seed. I only clear the ground for them. Clearing ground and piling stones is little enough, *but it is better than sitting in idleness*» [7, с. 33]. Здесь также присутствует мифологема труда, узнаваемая из классического контекста, где Робинзон говорит «It was *in vain to sit still* and wish for what was not to be had» [6, р. 44]. Классической версии Робинзона человеческий труд не знает препятствий и является могущественной силой добычи необходимых благ. Таким образом, постмодернистская постколониальная традиция демонстрирует значительно меньшую веру в человеческие возможности. В просветительском контексте мотив труда сопряжен с мотивом разума, что отсутствует в постмодернистской трактовке.

Опыт создания террас на острове также представляет собой многозначный символ, потенциально трактуемый как постмодернистская идея о смысле жизни и тщетности человеческих усилий. «In a year, in ten years, there will be nothing left standing but a circle of sticks to mark the place where the hut stood, and of the terraces only the walls. And of the walls they will say, These are cannibal walls, the ruins of a cannibal city, from the golden age of the cannibals. For who will believe they were built by one man and a slave, in the hope that one day a seafarer would come with a sack of corn for them to sow?» [7, р. 55]. Просветительский миф о труде как смысле жизни в данном высказывании трансформируется неомифологическим сознанием с возможной целью подчеркнуть в идею ответственности за историческую память, сомнения в правдивости написанной истории.

Как известно, просветительская версия о Робинзоне Крузо была воспринята читателями как достоверная история о жизни. Постколониальная эстетика и постмодернистская практика, наоборот, диктуют элемент недоверия в истории Крузо. Под сомнение ставятся не только память, но и написанное слово. Рассуждая о первых днях Крузо на острове, Сьюзан Бартон создает еще одну грань портрета персонажа. «He is **a truly kingly figure**; he is **the true king of his island**... If I had then known the misery, how much deeper must the misery of Cruso not have been in his early days? Might he not justly be deemed **a hero** who had braved the wilderness and slain the

monster of solitude and returned fortified by his victory?» [7, p. 38]. Таким образом, несмотря на то, что Крузо не реализовал установки просветительского мифа о подвиге человека, допускается возможность интерпретировать его как героя, который по-своему превозмог трудности первых дней заточения и взаимодействия с чужой средой, вне зависимости от вынесенного результата. Рассуждая о его скрытых личных переживаниях, Сьюзан допускает наличие исторических мотивов образа жизни и действий Крузо.

Крузо умирает одновременно с завершением «островной» части композиции романа. Это позволяет применить к нему постмодернистское описание *подчеркнуто литературного* персонажа, персонажа-аллюзии. В постмодернистской и постколониальной трактовке, Крузо – человек без прошлого «до острова», которого не интересует будущее вне островных рамок. «Cruso had no stories to tell of the life he had as a trader and planter before the shipwreck» [7, p. 34]. Как постмодернистский персонаж образ Крузо осуществляет сложную аллюзию на центральную часть просветительского романа о Робинзоне, которая содержит литературный эксперимент о сущности человека. Мифологизация образа Крузо достигается лингвистически подчеркнутой расплывчатостью грани между именем собственным и нарицательным. «The idea of a Cruso on his island is a better thing than the true Cruso tight-lipped and sullen in an alien England» [7, p. 35]. Использование неопределенного артикля с именем в английском языке выполняет функцию лингвистической репрезентации мифа о человеке на острове и может быть интерпретировано в нескольких направлениях. С одной стороны, неопределенный артикль обезличивает персонажа, потенциально распространяя его характеристики на других людей в схожих условиях. Помимо этого, использование неопределенного артикля с именем литературного персонажа указывает на то, что многоликость ему придает само литературное произведение, допускающее множественное становление смысла в процессе прочтения. По словам Сьюзан Бартон, описание приключений, заключающее многочисленные загадки, символы и множественные трактовки для читателя интереснее жизненного факта.

Сьюзан так и не удается разобраться в правде жизни Крузо и Пятницы. В процессе его жизнеописания она оперирует скорее вопросами, чем фактами. Задаваемые ею вопросы перекликаются с «горизонтом читательского ожидания» о том, как должна строиться жизнь на острове. Однако вопросительная форма изложения вводит популярный в постмодернизме мотив сомнения. В данном случае это сомнение в сложившемся стереотипе.

История Пятницы также претерпевает значительные изменения, касающиеся, прежде всего, его происхождения. В соответствии с просветительской трактовкой и представлением Робинзона Крузо, Пятница благодарен своему хозяину за избавление от бремени дикарства. Его реакция на события описывается только с точки зрения Робинзона, в то время, как из

всего богатства языка Пятницу награждают лишь известным ограниченным арсеналом слов. В диалоге с произведением Дефо постколониальная версия также «не дает слова» персонажу, что приобретает иной художественный и смысловой эффект. Подчеркнутая немота Пятницы привлекает внимание к непостижимости мысли и предыстории персонажа. Его характер не поддается разгадке и осмыслению Сьюзан. «I knew that he knew something; though what he knew I didn't know» [7, p. 102].

Само появление Пятницы на острове в распоряжении Крузо является собой своего рода загадку. Согласно первой версии Крузо, Пятница был продан в рабство, будучи ребенком, тогда же и лишился языка. Однако такое объяснение не вызывает доверия у Сьюзан Бартон, как не должно быть принято за правду и читателем, о чем подсказывает дальнейшее повествование, где в историю Пятницы вводится намек о том, что Крузо сам лишил его языка.

Таким образом, появляется мотив наказания, трактуемый в просветительской версии как кара за религиозное непослушание, а в постмодернистской постколониальной практике воспринимаемый как многозначный символ. Однако в версии Дефо Пятница был обучен языку, начиная с таких первых слов, как «Friday» — его имя и «Master» — имя хозяина. Наказание в классической версии Робинзона неприменимо к нецивилизованному, нерелигиозному дикарю, в то время как у Кутзее данный мотив впервые появляется в качестве возможного объяснения немоты Пятницы. «Новый» Крузо предполагает, что рабовладельцы лишили Пятницу языка в качестве наказания. Впоследствии данный мотив используется для обыгрывания вопроса о законах на острове. Здесь Крузо утверждает, что был единственным хозяином Пятницы, в связи с чем Сьюзан ссылается на немоту Пятницы как возможное наказание от руки Крузо. В отличие от просветительской трактовки, в постколониальной версии наказание исходит от руки человека. Тем не менее, Сьюзан также рассуждает о наказании более обобщенно: «We are all punished, every day. This island is our punishment, this island and one another's company, to the death» [7, p. 37]. Здесь она возвращается к определению острова как наказания, судьбы, что также близко и просветительской версии.

Немота Пятницы как символ молчания является лейтмотивом романа. Британский исследователь Бенита Перри проводит параллель между лишением языка и мифом об оскотлении, лишении возможности продолжения рода и вмешательстве в культурное развитие [8]. В отличие от версии первоисточника, где просветительская картина мира не оставляет сомнения в необходимости «окультуривания» Пятницы-аборигена как блага цивилизации, постколониальный ответ привлекает внимание к тому факту, что в романе Дефо у Пятницы нет своего слова, а следовательно, и нет голоса. Просветительский мотив языка как инструмента обучения и познания

приобретает характер многозначного символа, позволяющего дать всесторонний ответ на вопросы, задаваемые постколониальной историей.

Приведенный анализ демонстрирует, как в процессе прочтения романа читатель осознает, что помимо факта пребывания на острове, нового Крузо и Пятницу мало что роднит с классическим представлением о Робинзоне — успешном английском предпринимателе и его слуге. Хижина Крузо почти не отличается от логова животного, а труд не несет ни смысла, ни результата. Многоликость постмодернистской трактовки Крузо и Пятницы в отличие от их просветительских предшественников заключается не в компромиссе философских и религиозных вопросов. В описании Кутзее Крузо — носитель идеологии митрополии, ушедшей в прошлое. Персонаж Пятницы олицетворяет ту ситуацию и то положение, в котором оказались бывшие колонизированные народы.

Таким образом, под знаком «литературы в квадрате» постмодернистское постколониальное произведение использует известный мифологизированный сплав культуры прошлого, заключенный в классическом источнике и трансформирует просветительский миф в постмодернистской интерпретации неомифологического сознания, что определяет как тематическую, так и художественную специфику романа Дж.М. Кутзее «Мистер Фо».

Библиографический список

1. Лосев, А. Ф. Диалектика мифа [Текст] / А. Ф. Лосев. — Москва : Мысль, 2001. — 560 с.
2. Павлова, О. А. Категории «история» и «память» в романах Дж.М. Кутзее и К. Исигуро [Текст] / О. А. Павлова // Знание. Понимание. Умение. — 2011. — № 2. — С. 192—197.
3. Стопкарева, С. Л. Неомиф в контексте современной литературы [Текст] / С. Л. Стопкарева // Вестник Удмуртского университета. Сер.: филология и история. — 2007. — № 1. — С. 151—154.
4. Струкова, Е. А. Струкова «Образ творческой личности в произведениях англоязычных постколониальных писателей Дж. М. Кутзее и С. Рудши» [Текст] : автореф. дис. ... канд. филол. наук 10.01.03 / Е. А. Струкова. — Москва, 2016. — 22 с.
5. Шарыпина, Т. А. Проблемы мифологизации в зарубежной литературе XIX—XX вв. [Текст] / Т. А. Шарыпина. — Н. Новгород : Изд-во ННГУ, 1995. — 114 с.
6. Defoe, D. Robinson Crusoe [Text] / D. Defoe. — London : Harper Collins Publishers, 2013. — 263 p.
7. Coetzee, J. M. Foe [Text] / J. M. Coetzee // Penguin Books, 1987. — 157 p.
8. Parry, B. Speech and silence in the fictions of J.M. Coetzee [Text] / B. Parry // Writing South Africa. — Cambridge University Press, 1998. — 288 p.

УДК 37.091.3

Рассматриваются виды переводческих трансформаций в письменном переводе научных текстов, формирующиеся на основе теоретических, языковых практических и экстралингвистических знаний. Навыки и умения применения трансформаций необходимо формировать у студентов технических вузов исходя из целей обучения иностранному языку, одной из которых является полный письменный перевод иноязычных текстов научного характера.

Ключевые слова: трансформация, единичные и вариантные соответствия, грамматические соответствия, межъязыковые различия, добавление, замены, опущение.

Т. В. Попова,
кандидат педагогических наук
(Сыктывкарский лесной институт)

**К ВОПРОСУ О ПЕРЕВОДЕ ТРАНСФОРМАЦИЙ
В НАУЧНЫХ ТЕКСТАХ С УЧЕТОМ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ
НАПРАВЛЕННОСТИ СПЕЦИАЛИСТА ЛЕСНОЙ ОТРАСЛИ**

Термином переводческие трансформации называют технические приемы перевода, состоящие в замене регулярных соответствий нерегулярными, а также сами языковые выражения, получаемые в результате применения таких приемов.

Трансформированные выражения, по некоторым признакам структуры и значения, отличающиеся от закономерных соответствий, в определенном контексте могут выступать как контекстуальные синонимы закономерных соответствий.

Применение трансформаций должно быть мотивировано тем, что они обеспечивают в данном контексте большую степень эквивалентности, чем любое из возможных регулярных (закономерных) соответствий. Существует несколько основных разновидностей регулярных (закономерных) соответствий. К ним относятся:

1) единичные и вариантные соответствия на уровне слов, устойчивых словосочетаний, грамматических форм и конструкций, зафиксированные в двуязычных словарях и сопоставительных грамматиках.

2) не зафиксированные в словарях соответствия, которые легко выводятся на основе значения компонентов сложных и производных слов, а также на основе толкования этих слов в толковых словарях немецкого языка, например: *die Schattenbaumarten* — тенелюбивые виды деревьев;

3) не зафиксированные в общих словарях соответствия, устанавливаемые с помощью специальных словарей, например: *der Birkenbruch* — болото с растущими на нем березами; [3; 37];

4) не зафиксированные в словарях соответствия, определяемые по периодической печати и специальной литературе. Так, отсутствующее во многих словарях соответствие для слова Euro-Raum широко используется в периодической печати как еврозона или зона евро;

5) не зафиксированные двуязычными словарями языковые синонимы, т. е. единицы, по набору смысловых признаков не существенно отличающиеся от закономерных соответствий. Подобные синонимы могут выявляться:

– на основе активного запаса слов переводчика или через обращение к двуязычным и одноязычным словарям синонимов;

– через использование различных словообразовательных элементов русского языка, при необходимости с опорой на словообразовательные словари русского языка;

– путем использования синонимичности некоторых исконных и заимствованных слов, например:

Grundlage — основа, но и базис, фундамент;

wirksam — действенный, но и эффективный;

Lage — положение, обстановка, но и ситуация;

prüfen — проверять, рассматривать, но и контролировать;

Effektivität — эффективность, но и производительность, отдача;

Kooperation — кооперация, кооперирование, но сотрудничество, взаимодействие;

stabil — стабильный, но и надежный, прочный.

Грамматические соответствия считаются закономерными, если они в максимально возможной для русского языка степени приближаются к значениям соответствующих конструкций немецкого языка.

Расхождения по форме при максимально возможной близости значения не могут квалифицироваться как трансформации:

Neue Informationen (мн. ч.) — новая информация (ед. ч.)

Fragen beantworten (вин. п.) — отвечать на вопросы (предлог).

Стремление добиться с помощью трансформаций более высокой степени эквивалентности, чем позволяет использование регулярных соответствий, практически означает стремление избежать некоторых негативных последствий, которые могли бы возникнуть при применении регулярных соответствий в определенных контекстах. В этом смысле **мотивами** трансформаций могут быть:

1) стремление избежать нарушения норм сочетаемости единиц в языке перевода, так называемых буквализмов:

in Betracht kommen — «прийти в рассмотрение» (вместо рассматривать), или in erster Linie — «в первую линию» (вместо в первую очередь). [2; 55];

2) стремление идиоматизировать перевод, т. е. использовать выражения и конструкции, наиболее употребительные в русском языке в определенных контекстах, ситуациях, жанрах и типах текстов, т. е. стремление учитывать стилистическое своеобразие оригинала:

Die Nordgrenze der Fichte fällt im Großen und Ganzen mit der der Kiefer zusammen. — Северная граница произрастания ели в целом совпадает с границей произрастания сосны. (Букв.: Северная граница ели совпадает с границей сосны.)

3) необходимость преодоления межъязыковых различий в оформлении однородных членов предложения, например в связи с различиями в управлении и сочетаемости таких членов предложения:

Wir brauchen und bezahlen die Sämlinge sofort. — Сеянцы нам необходимы, и мы срочно их оплатим.

4) стремление избегать чуждых русскому языку словообразовательных моделей:

Der Staat geht nicht hart genug gegen die Umweltsünder vor. — Государство недостаточно решительно борется с теми, кто наносит вред природе.

5) стремление (где это допустимо) к более компактному варианту перевода. Такая компрессия текста перевода компенсирует его неизбежное увеличение в некоторых других отрезках:

Lichtpflanzen und Schattenpflanzen — свето- и тенелюбивые растения

6) стремление донести до читателя перевода важную фоновую информацию или снять избыточную:

Forstlich ist die Unterscheidung von früh- und spättreibenden Fichten wichtig. — С точки зрения лесного хозяйства важно различие между ранней и поздно распускающейся елью.

Основными типами трансформаций являются грамматические и лексико-семантические. Грамматические трансформации служат для упрощения синтаксических и морфологических конструкций исходного текста в процессе оформления перевода. К основным видам грамматических трансформаций относятся:

1) добавление грамматикализованных единиц, например союзов, местоимений и т. п.:

Elektronik/Elektrotechnik — электроника и электротехника;

2) опущение грамматикализованных элементов: (в нем. und, в русском — запятая);

3) замена грамматических форм частей речи (когда они факультативны):
- формы числа:

Mit dem Ziel des höchsten *Ergebnisses* — с целью достижения наивысших *результатов*;

- формы времени:

Nach dem Plan *entsteht* hier eine Pflanzenschule. — По плану здесь *будет построен* питомник.

- форма залога:

Bei der Pflanzung *werden* infolge der starken Wurzelentwicklung Kleinpflanzen, und zwar zweijährige Sämlinge *bevorzugt*. — При посадке из-за сильного развития корневой системы *предпочитают* маленькие растения, а именно двухгодичные сеянцы.

- форма степеней сравнения:

Wichtige Baumarten sind... — *Важнейшими* видами деревьев являются...

4) замены частей речи:

Klebend (Part I) vom zuckerhaltigen Saft der weiblichen Narben bedecken sich die Insekten mit Blumenstaub. — *Клейкие* (прил.) от нектара женских рылец насекомые покрываются пылью.

5) Замены одной синтаксической конструкции другой:

jahrhundertelange Nutzung — использование *на протяжении столетий*;

6) Факультативные изменения порядка следования слов, словосочетаний, конструкций и предложений:

Die weibliche Blüte hat lange Narben, *an die der schwebende Pollen leicht herangetragen werden kann*. — Женский цветок имеет длинные рыльца, *на которые легко может попасть парящая пыльца*.

7) Изменение количества и типов предложений:

In der Bodenflora des Fichtenwaldes dominieren die Zwergsträucher; *unter ihnen bestimmt das Bild die Heidelbeere*. — В почвенной флоре елового леса доминируют кустарничковые, *среди которых основной является черника* (сложноподчиненное предложение).

Лексико-семантические трансформации представляют собой те или иные отклонения от регулярных соответствий с точки зрения лексического состава и смысловой структуры единиц оригинала. Они помогают в принятии решения перевода при незнании эквивалента того или иного слова или словосочетания. Наиболее распространенными являются следующие виды трансформаций:

1) Добавление слов, словосочетаний и предложений:

die Ballenpflanze — сеянец с комом земли или сеянец с закрытой корневой системой;

2) Опускание лексических элементов:

Staubpartikelchen und Schwebeteilchen — частички пыли, *парящие в воздухе* [2; 134];

3) лексическое развертывание, т. е. использование вместо слова словосочетания с тем же основным значением:

die Pflege des Waldes — бережное отношение к лесу;

4) лексическое свертывание, т. е. замена словосочетания словом без существенного изменения значения:

niedere Tiere — низшие (беспозвоночные);

5) стилистическая нейтрализация — мотивированное снятие экспрессивного, эмоционально-оценочного, образного оттенка:

als Parasiten oder Schmarotzer bezeichnen — называть паразитами; [3; 125];

6) стилистическая специализация — мотивированное использование вместо стилистически нейтрального средства элемента с экспрессивным, эмоционально-оценочным, образным оттенком:

Im Kambium entstehen (возникать) Frostschäden. — Камбий *страдает* от мороза. [3; 58];

7) стилистическая компенсация — добавление экспрессии взамен утраченной в другом месте предложения, отрывка или всего текста:

Der Lenz zieht in die Wälder ein. — Весна шествует по лесам и дубравам. (поэт. Lenz — нейтр. весна = «выпрямление» + нейтр. Wälder — поэт. дубравы = компенсация) [1; 91];

8) генерализация — замена видového понятия родовым, наименования подкласса — наименованием всего класса:

Ungezählte pflanzliche und tierische Lebewesen sind als *Zerleger* und *Abbauer* bis zur vollständigen Mineralisierung des organischen Materials tätig. — Бесчисленные растительные и животные организмы действуют как *редуценты* до полной минерализации органического материала;

9) конкретизация — замена родового понятия видовым, наименования класса — наименованием одного из подклассов:

Möbelstück — шкаф/диван, Sitzgelegenheit — стул/кресло и т. д.;

10) смещение — замена одного видового понятия другим в рамках общего родового понятия:

An dunkleren, weniger feuchten Standorten ist die Drahtschmiele das *häufigste* Gras. — На темных, менее влажных местах *чаще всего* встречается проволоочный луговик.

11) смысловое (логическое) развитие — использование вместо названия данного элемента действительности другого, находящегося с первым в отношении неразрывной связи. Практически речь идет о заменах в рамках отношений: причина — следствие, процесс (действие) — результат, часть — целое, субъект деятельности — инструмент — продукт деятельности, предмет — его функция — его свойство и т. п.:

Der zuckerhaltige Saft — нектар (вместо: сладкий сок).

Таким образом, применение трансформаций при переводе научных и научно-популярных текстов обусловлено не только лингвистическими, но и экстралингвистическими факторами, в частности, необходимостью передачи фоновой информации, которая является различной для носителей исходного языка и переводящего языка. От переводчика зависит возможность правильно передать обозначения вещей, о которых идет речь в подлиннике, а это предполагает наличие у переводчика определенных знаний о той действительности, которая изображена в переводимом произведении.

Библиографический список

1. Дзенс, Н. И. Теория и практика перевода [Текст] : учеб. пособие / Н. И. Дзенс, И. Р. Перевышина, В. А. Кошкаров. — Санкт-Петербург : Антология, 2007. — 560 с.

2. Попова, Т. В. Методика обучения студентов неязыковых вузов письменному переводу научных текстов (на материале немецкого языка) [Текст] : дис. ... канд. пед. наук / Т. В. Попова. — Санкт-Петербург, 2008. — 253 с.

3. Попова, Т. В. Rund um den Wald = Лес [Электронный ресурс] : учеб. пособие: самостоятельное учебное электронное издание / Т. В. Попова, О. И. Трубицина ; Сыкт. лесн. ин-т. — Изд. 2-е, перераб. и доп. — Электрон. Дан. — Сыктывкар: СЛИ, 2016. — Режим доступа: <http://lib.sfi.komi.com>. — Загл. С экрана.

УДК 341.231.14

Показаны недостатки классификации прав человека по поколениям. Предлагается классификация прав человека в зависимости от обеспечиваемых ими потребностей.

Ключевые слова: права человека, классификация, признаки.

Е. В. Хохлова,

кандидат психологических наук, доцент
(Сыктывкарский лесной институт);

Е. Е. Леканова,

магистрант 2 курса юридического факультета
(Ярославский государственный
университет им. П. Г. Демидова)

ПОТРЕБНОСТИ КАК ОСНОВАНИЕ КЛАССИФИКАЦИИ ПРАВ ЧЕЛОВЕКА

Центральным признаком прав человека, обуславливающим их содержание, является направленность на удовлетворение общественно признаваемых потребностей. Человек, как правило, реализует именно те права, которые способствуют удовлетворению его потребностей. В зависимости от этого критерия можно построить классификацию прав человека. Для этого стоит взять за основу расширенную классификацию потребностей Абрахама Маслоу, являющуюся актуальной по сей день.

Деление прав человека по поколениям в большой мере учитывает временной фактор их возникновения, нежели содержательный. Признаком прав человека, обуславливающим их содержание, является направленность на удовлетворение общественно признаваемых потребностей, следовательно, необходимо построить классификацию прав человека по данному основанию.

1. Права человека, удовлетворяющие физиологические потребности — права человека, обеспечивающие физическое выживание человека. К ним можно отнести права, касающиеся неприкосновенности личности (за исключением свободы слова и свободы совести и религии); права человека, обеспечивающие достаточный уровень жизни (разновидность социальных прав), право собственности (разновидность экономических прав).

2. Права человека, удовлетворяющие потребности в безопасности — права человека, обеспечивающие предотвращение ухудшения и восстановление физического состояния человека, а также политическую стабильность и общественный порядок (в том числе наличие гуманных законов, правоохранительных органов) [4, с. 61].

В число данных прав включаются следующие группы прав человека:

2.1. Права человека, обеспечивающие предотвращение ухудшения и восстановление физического состояния человека:

– права человека, направленные на предотвращение и защиту от наступления социальных рисков, в том числе право на безопасную окружающую среду (разновидность социальных прав) и производное от права медицинскую помощь соматическое право — право на трансплантацию органов и тканей;

– права человека, направленные на организационную и материальную поддержку государством социально слабых категорий населения (разновидность социальных прав).

2.2. Права человека, обеспечивающие политическую стабильность и общественный порядок:

– личные процессуальные права;

– право на социальный и международный порядок — право на обеспечение посредством установления ответственности за правонарушения и формирования правоохранительных органов соблюдения всеми людьми правовых, моральных, религиозных, политических, корпоративных, семейных и иных норм, а также обычаев и традиций на национальном и международном уровне [3, с. 39].

3. **Права человека, удовлетворяющие потребности в общении и принадлежности к группе (коммуникативные потребности)** — права человека, обеспечивающие взаимодействие индивидов по созданию группы, по обмену информацией и эмоциями, а также по координации совместных действий и принятии решений. Круг данных прав является весьма разнопорядковым по содержанию и охватывает политические, межличностные, репродуктивные права человека (разновидность терапевтических соматических прав) и неклассические коллективные права, вследствие чего возникает необходимость разить их по однопорядковым группам:

3.1. Права человека, обеспечивающие создание групп индивидов (право вступать в брак и создавать семью, репродуктивные права (способствующие формированию такой ячейки общества как семья), право на свободу ассоциации).

3.2. Права человека по обмену информацией и эмоциями. Во-первых, к ним относится большинство межличностных «детских» прав (право на родительскую заботу, право не разлучаться со своими родителями вопреки их желанию, право поддерживать регулярные контакты с родителем, проживающим в другой стране). Во-вторых, свобода слова и свобода совести и религии предполагают обмен информацией посредством выражения своих взглядов, а также обмен эмоциями при прочтении, заслушивании информации, беседах и действиях, в том числе при выполнении религиозных и ритуальных обрядов.

3.3. Права человека по координации совместных действий и принятию решений. К ним относятся неклассические коллективные права, а также политические права (за исключением права быть избранным), которые способствуют человеку сосуществовать в группе граждан одного государства, влиять на решения, принимаемые от лица всей группы (государства), участвовать в жизни общества, тем самым удовлетворяя потребность в принадлежности к группе.

4. Права человека, удовлетворяющие потребности в признании — права человека, способствующие формированию у самого человека и окружающих высокой оценки качеств индивида, а также достижению определенного статуса, репутации, уважения.

Признание человек может добиться в любой сфере — на работе, школе, вузе, спорте, на сцене и даже в быту. Однако право на образование, право на труд, свобода творчества и т. д. не имеют непосредственной направленности на признание человека обществом, поэтому в данную группу их включать не стоит. Классическим примером таких прав является право на одинаковую для всех возможность продвижения по работе с учетом производительности труда, квалификации и стажа работы по специальности [2]. Его место среди прав второго поколения определить трудно, зато в данной классификации оно очень удачно вписывается в группу прав человека, удовлетворяющие потребности в признании. Также в данную группу можно включить «право избирать и быть избранными в органы государственной власти и органы местного самоуправления» [1], так как преобладающее значение имеет уже не принадлежность к группе, а высокое общественное доверие к человеку, высокая оценка обществом данного человека.

5. Права человека, удовлетворяющие потребности в самоактуализации — права человека, обеспечивающие развитие и выражение (объективирование) вовне заложенных в нем способностей, талантов и приобретенных навыков, умений.

Очевидно, что у разных людей потребность в самоактуализации выражается по-разному. Один человек желает стать идеальным родителем, другой стремится достичь спортивных высот, третий пытается творить или изобретать [4, с. 68]. В данном случае речь идет уже не о желании индивида добиться поощрения (признания) со стороны общества, а о его стремлении достичь реальных результатов. Обычно достижение определенных результатов на работе, в творчестве, в спорте одновременно удовлетворяют как потребности в признании, так и в самоактуализации, но возможны и иные ситуации, например, совершенствование игры на музыкальном инструменте в уединении, написание книги «в стол» и др. Таким образом, удовлетворению потребности в самоактуализации способствуют право на труд, созидательные культурные права.

6. Права человека, удовлетворяющие потребности в познании — права человека, направленные на реализацию стремления человека узнавать новое об окружающей действительности (интеллектуальные культурные права).

7. Права человека, удовлетворяющие эстетические потребности — права человека, направленные на *внешнее* созерцание, преобразование, совершенствование окружающей действительности или самого индивида. В плане окружающей действительности речь идет о нравственных культурных правах (право на участие в культурной жизни, право придерживаться своих культурных традиций, право наслаждаться искусством). Внешнее видоизменение индивида, соотносясь с его собственными представлениями и идеалами, ценностными ориентирами, может достигаться при реализации перестроечных соматических прав (право на генетические модификации (изменение генного кода, клонирование), право на смену пола, право на изменение внешности (пластическая хирургия), свобода формы ухода из жизни).

Таким образом, классификация прав человека по поколениям, при которой каждое поколение также дробится по сферам реализации прав, носит условный характер в плане деления прав по содержательному характеру. Ее недостатками являются наличие межгрупповых элементов, которые по смысловым характеристикам можно причислить к нескольким классам (свобода слова), и внегрупповых элементов, которые не подходят ни к одной классификационной группе (право на продвижение в работе, право на вступление в брак и иные межличностные права, право на безопасную окружающую среду, соматические права). Указанные недостатки устраняются классификацией прав человека в зависимости от обеспечиваемых ими потребностей.

Библиографический список

1. Конституция Российской Федерации [Текст] : принята 12 декабря 1993 г. // Собрание законодательства РФ. — 04.08.2014. — № 31. — Ст. 4398.
2. Трудовой кодекс Российской Федерации [Текст] : от 30 декабря 2001 г. № 197-ФЗ (ред. от 31.12.2017) // Собрание законодательства РФ. — 2002. — № 1 (ч. 1), — Ст. 3 (с изм. и доп.).
3. Коротких, А. Г. О сути и значении понятий «общественный порядок» и «общественная безопасность» [Текст] // А. Г. Коротких // Вестник Воронежского института МВД России. — Воронеж : Воронежск. ин-т Мин-ва внутр. дел Российской Федерации, 2011. — № 3. — С. 37—42.
4. Маслоу, А. Г. Мотивация и личность [Текст] // А. Г. Маслоу. — Санкт-Петербург : Питер, 2008. — 352 с.

СЕКЦИЯ «ХИМИЯ И ХИМИЧЕСКИЕ ТЕХНОЛОГИИ»

УДК 546.05:547.458.8

Методом ИК Фурье спектроскопии были изучены изменения древесины березы при поражении березовым трутовиком. Показано, что поражение древесины березовым трутовиком (*Piptoporus betulinus* (Bull.) P. Karst.) приводит к деструкции ксилемного вещества и изменениям в химическом составе древесины, в частности, в составе и количестве лигнина, полисахаридов, содержании функциональных групп, что отражается на спектральных характеристиках древесины в инфракрасном диапазоне. Наблюдаются изменения в положении максимумов и контура основных полос пропускания в ИК Фурье ДО спектрах, связанные с колебаниями в содержании гидроксильных, метиленовых (метиновых), карбонильных групп, а также с содержанием ароматических структур лигнина и целлюлозы Кюришнера.

Ключевые слова: древесина, ИК Фурье ДО спектроскопия, целлюлоза, березовый трутовик, полосы пропускания, гидроксильные, метиленовые, карбонильные группы, ароматические структуры.

Е. У. Ипатова,
научный сотрудник
(Институт химии Коми НЦ УрО РАН)
В. А. Дёмин,
доктор химических наук, профессор;
Л. М. Пахучая
старший преподаватель
(Сыктывкарский лесной институт)

ИК ФУРЬЕ СПЕКТРОСКОПИЯ ДРЕВЕСИНЫ БЕРЕЗЫ, ПОРАЖЕННОЙ БЕРЕЗОВЫМ ТРУТОВИКОМ

Увеличение доли лиственной древесины, в частности березы, восполняет все возрастающий дефицит доступных хвойных балансов для целлюлозно-бумажного производства. Однако березовая древесина, особенно в спелых древостоях, часто поражается различными видами грибов, снижающих ее качество. При глубокой степени поражения древесина становится непригодной для бумажного производства. Поиск других возможных направлений химической и механической переработки биологически пораженной древесины может быть перспективным для развития комплексной переработки растительного сырья. Однако для этого необходимо изучение изменений физико-химических и химических свойств биологически пораженной древесины. Важная информация может быть получена с помощью ИК Фурье спектроскопии [1].

Целью данной работы является изучение ИК Фурье спектров древесины пораженной березовой губкой.

Березовая губка, березовый трутовик (*Piptoporus betulinus* (Bull.) P. Karst.), гриб семейства Fomitopsidaceae. Широко распространен в ареале

берез на территории России, Европы, Северной Америке. Поражает только берёзу, вызывая красно-бурую ядрово-заболонную стволовую гниль деструктивного типа [2].

Спектры регистрировали с помощью ИК Фурье спектрометра Prestige-21 с шагом 4 см^{-1} в области $4000\text{—}400 \text{ см}^{-1}$ в режиме диффузионного отражения (ДО). Подготовка проб заключалась в том, что измельченный абсолютно сухой растительный материал с кристаллическим KBr (2 мг древесины на 10 мг KBr), помещали в приставку ДО и регистрировали спектр. Обработку данных спектров осуществляли по программе, поставляемой фирмой Shimadzu с прибором. Спектральные характеристики здоровой и пораженной трутовиком древесины представлены на рис. 1 и 2.

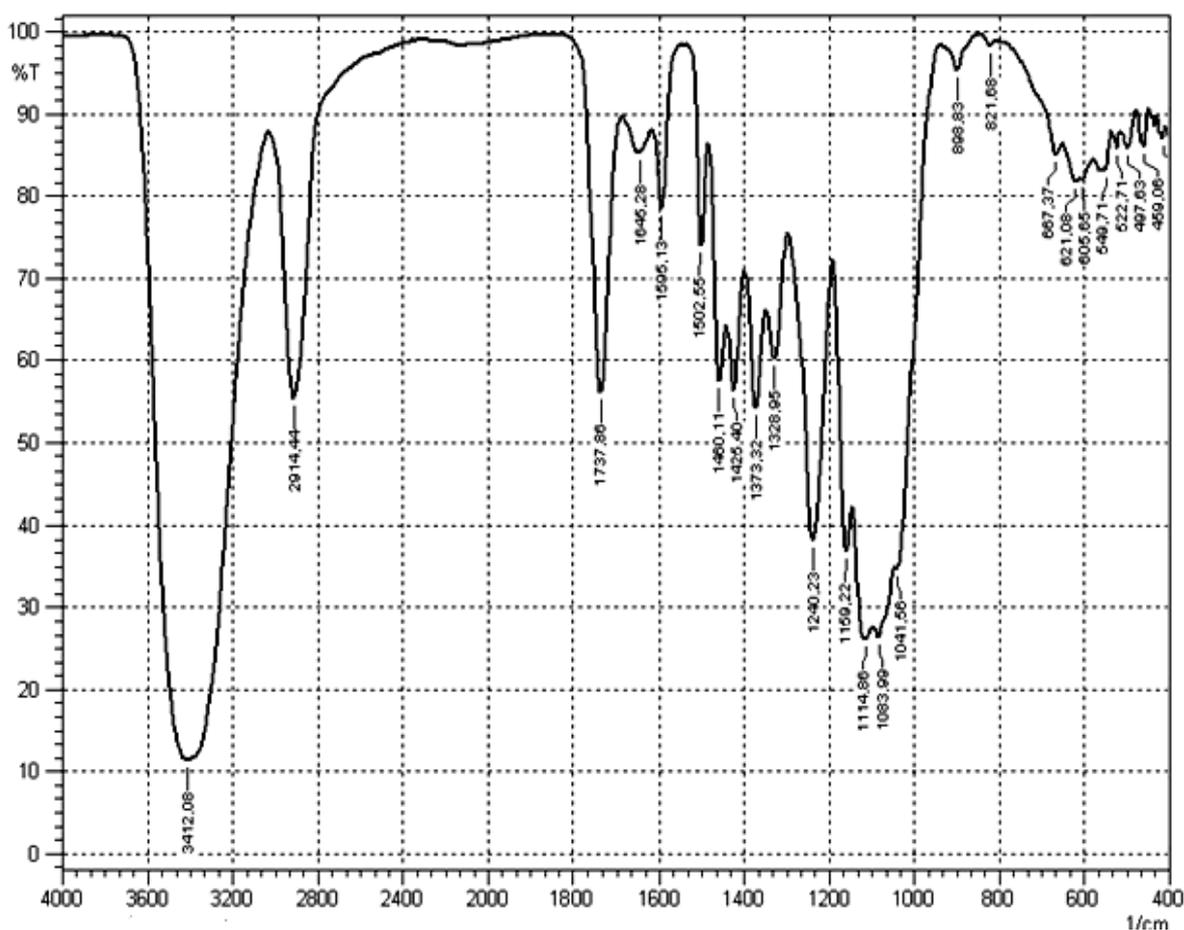


Рис. 1. ИК Фурье спектр ДО древесины здоровой берёзы повислой

ИК Фурье спектр диффузионного отражения (ДО) здоровой древесины березы повислой (*Bétula péndula*) характеризуется следующими наиболее важными полосами пропускания:

– ярко выраженной полосой валентных колебаний групп CH и CH_2 ($\nu_{\text{CH}_2, \text{CH}}$) с максимумом при 2914 см^{-1} ;

– широкой полосой валентных колебаний гидроксильных групп (ν_{OH}) с максимумом 3412 см^{-1} ;

– полосами около 1595 и 1503 см^{-1} (округленно — 1600 и 1500 см^{-1}) характерных для ароматических структур лигнина.

– сильной полосой валентных колебаний карбонильных групп (ν_{CO}) с максимумом при 1738 см^{-1} ; Карбонильные группы могут быть в составе карбоксильных, кетонных, альдегидных групп, характерных для гемицеллюлоз и лигнина.

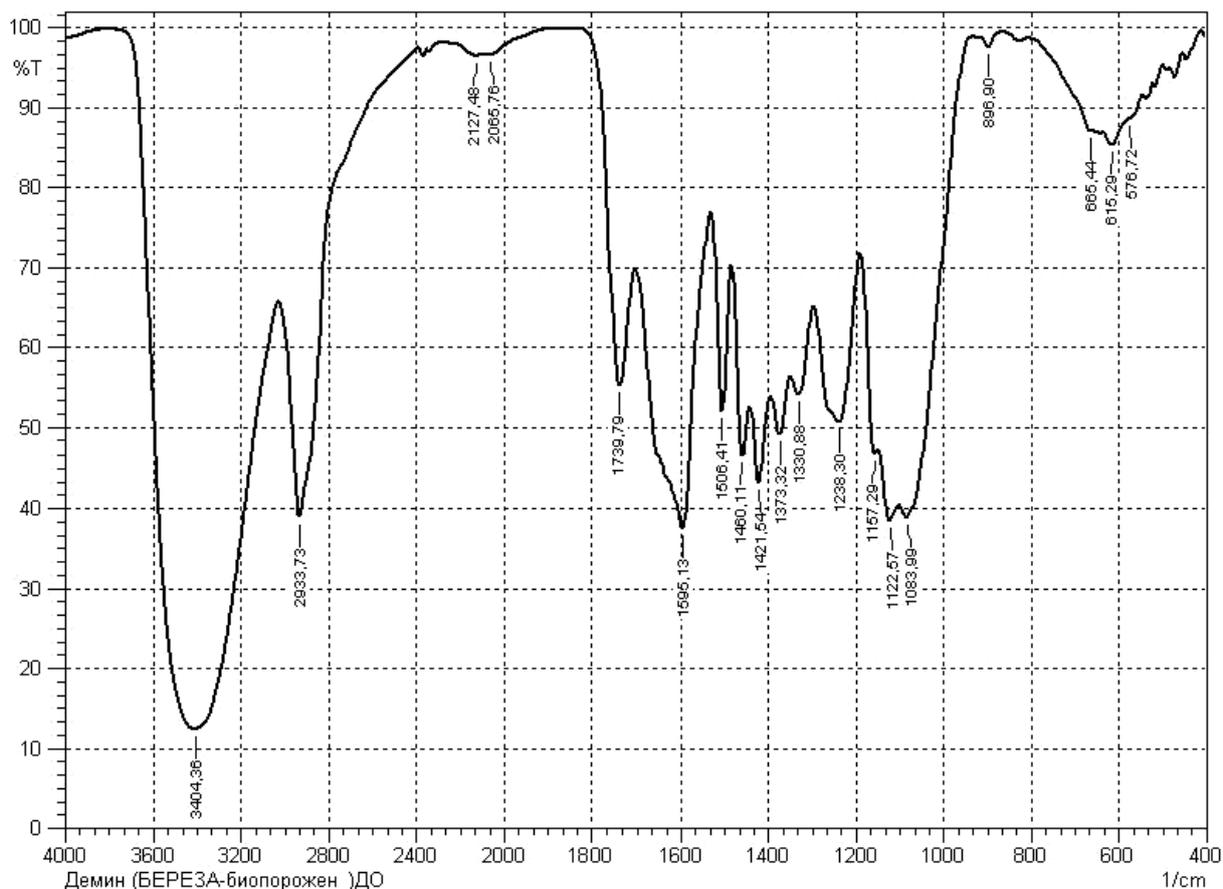


Рис. 2. ИК Фурье спектр ДО биопораженной древесины березы повислой

Глубокое поражение березы ядрово-заболонной гнилью, вызываемой березовым трутовиком, приводит к деструкции древесной ткани ферментным комплексом гриба (*Piptoporus betulinus* (Bull.) P. Karst.), что отражается на спектральных характеристиках (см. рис. 2).

ИК Фурье спектр ДО пораженной древесины претерпевает следующие изменения по сравнению со спектром здоровой древесины:

– максимум (пик) полосы валентных колебаний гидроксильных групп (ν_{OH}) смещается на 8 см^{-1} в сторону низких частот к 3404 см^{-1} (батохромный сдвиг), полоса становится более широкой;

– почти на 20 см^{-1} в сторону высоких частот, к большим значениям чисел, до 2934 см^{-1} , смещается максимум полосы валентных колебаний групп C-H и C-H_2 ;

– слегка смещается максимум полосы валентных колебаний карбонильных групп (ν_{CO}) с максимумом при 1740 см^{-1} , сдвиг на 2 см^{-1} , при этом интенсивность полосы сильно снижается и становится меньше, чем интенсивность полосы ($\nu_{\text{C-H}_2, \text{C-H}}$);

– существенно больше становятся интенсивности полос, связанных с ароматическими структурами — 1595 и 1506 см^{-1} , наблюдается гипсохромный сдвиг на 3 см^{-1} , происходит уширение и углубление полосы, что свидетельствует об увеличении содержания лигнина в поражённой древесине.

Аналитические данные по определению содержания лигнина Комарова и целлюлозы Кюршнера [3] не противоречат полученным спектральным изменениям. В здоровой экстрагированной спирто-бензольной смесью древесине березы содержание лигнина Комарова составляет обычно около 21 %, а целлюлозы — около 41 %. В биологически поражённой древесине содержание лигнина увеличилось до 31 %, а содержание целлюлозы Кюршнера снизилось до 29 %.

Заключение. Таким образом, поражение древесины березовым трутовиком (*Piptoporus betulinus* (Bull.) P. Karst.) приводит к деструкции вещества древесины, повышению доли лигнинных (ароматических) веществ и изменениям в химическом составе ксилемного вещества, в частности, в составе, количестве и соотношении функциональных групп, что приводит к изменениям характеристик древесины ИК Фурье ДО спектров. Происходит изменения максимумов основных полос пропускания в ИК спектрах диффузионного отражения, изменения в соотношении интенсивностей полос ароматических структур лигнина. Аналитические данные по содержанию лигнина и целлюлозы Кюршнера согласуются с ИК спектрами.

Библиографический список

1. Алексеев, И. Н. Атлас ЯМР и ИК спектров монотерпеноидов [Текст] / И. Н. Алексеев, Е. У. Ипатова, Л. Л. Фролова. — Saarbrücken : LAP LAMBERT Academic Publishing, 2017. — 374 с.
2. Семенкова, И. Г. Лесная фитопатология [Текст] / И. Г. Семенкова, Э. С. Соколова. — Москва: Academia, 2003. — 480 с.
3. Оболенская, А. В. Лабораторные работы по химии древесины и целлюлозы [Текст] : учеб. пособие для вузов / А. В. Оболенская, З. П. Ельницкая, А. А. Леонович. — Москва : Экология, 1991. — 320 с.

УДК 661.432:541.13

Изучена скорость расходования диоксида хлора на реакцию с остаточным лигнином порошковой и небеленой сульфатной целлюлозы потенциометрическим методом в присутствии буфера с $pH = 4$. Рассчитаны константы скоростей химических реакций первого и второго порядков.

Ключевые слова: потенциометрия, константа скорости, кинетика, порошковая целлюлоза, диоксид хлора, остаточный лигнин

Е. Г. Казакова,
младший научный сотрудник
(Институт химии Коми НЦ УрО РАН)
В. А. Дёмин,
доктор химических наук, профессор
(Сыктывкарский лесной институт)

ИЗУЧЕНИЕ СКОРОСТИ РЕАКЦИИ ДИОКСИДА ХЛОРА С ЛИСТВЕННОЙ ПОРОШКОВОЙ ЦЕЛЛЮЛОЗОЙ В БУФЕРНОМ РАСТВОРЕ ПРИ $pH \cong 4$

Одним из способов получения порошковой целлюлозы — гидролитическая деструкция сульфатной небеленой целлюлозы разбавленными минеральными кислотами с последующей ее отбелкой, которая проводится с применением диоксида хлора [1—3]. В зависимости от условий реакций с кислотами, целлюлоза и остаточный лигнин претерпевают различной глубины молекулярную деструкцию, а лигнин, кроме того, еще и конденсационные превращения, влияющие на его способность легко окисляться. Поэтому изучение реакционной способности остаточного лигнина порошковой целлюлозы представляет определенный научный и практический интерес.

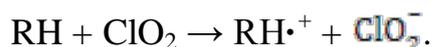
Диоксид хлора, как окислительный реагент широко используется в отбелке технической целлюлозы, водоподготовке и органическом синтезе. Его реакции с лигнином изучают, как правило, в гомогенных условиях на модельных соединениях лигнина, при этом кинетика реакций лигнинов в гетерогенных условиях остается малоизученной, так как ее изучают по эффекту делигнификации. В качестве кинетических моделей используют уравнения односторонних реакций первого порядка, топахимические уравнения Колмогорова — Ерофеева и др., а также уравнения диффузионной и полихронной кинетики. Причиной этому является сложность процессов делигнификации, неопределенность понятия молярный лигнин и необходимость использования косвенных методов определения его содержания в лигноцеллюлозном материале. Особенно сложно изучение кинетики реакций лигнина в процессах отбелки целлюлозы, так как получить достоверную информацию при низком содержании лигнина на основе стандарт-

ных методов затруднительно или трудоемко (лигнин по Комарову, жесткость по Бьеркману, число Каппа, фотометрия).

При изучении кинетики реакций лигнина, протекающих относительно медленно и при высокой температуре (процессы варок целлюлозы), достигнут существенный прогресс и установлены особенности реакционной способности лигнина. Из-за молекулярно-структурной неоднородности лигнина и особенностей его локализации в полимерной углеводной матрице кинетические закономерности реакций лигнина в процессах варки и отбеливания целлюлозы отличаются полихронностью. Наиболее изучены проявления кинетической неоднородности лигнинов при взаимодействии со щелочами, азотной кислотой и пероксиреагентами, т. е. в относительно медленно протекающих реакциях. Аналитической основой этих работ служили данные по изменению концентрации лигнина в пробах целлюлозного материала и процесс в целом рассматривали только со стороны лигнина.

Однако кинетика реакций лигнина с диоксидом хлора, протекающих быстрее реакций варки на один-два порядка, остается малоизученной, отчасти из-за того, что концентрацию диоксида хлора долгое время определяли методом иодометрии, а более оперативные спектральные методы мало пригодны для гетерогенных систем. В данной работе использован метод потенциометрии раствора диоксида хлора, предложенный ранее для исследования быстропротекающих реакций кислородных соединений хлора с остаточным лигнином [4].

При взаимодействии диоксида хлора с алкилароматическими углеводородами (RH), в том числе с лигнином, осуществляется перенос электрона от RH к ClO₂ с образованием углеводородного катион-радикала и хлорит-иона.



Для одноэлектронного перехода уравнение Нернста имеет вид:

$$\varphi = \varphi_{\text{ClO}_2/\text{ClO}_2^-}^0 + RT \cdot \ln \frac{a_{\text{ClO}_2}}{a_{\text{ClO}_2^-}}$$

Стандартный потенциал пары ClO₂/ClO₂⁻ отвечает значению +745 мВ (эксперимент) ÷ +734 мВ (термодинамический расчет) относительно хлор-серебряного электрода [5].

Прямо пропорциональная зависимость $\varphi - \ln[\text{ClO}_2]$ и наличие линейных участков на экспериментальной кривой $\varphi - \tau$ («потенциал — время») реакции диоксида хлора с органическим субстратом позволяет использовать последнюю для кинетического анализа в интервале значений потенциала +740÷660 мВ, который обычно линейризуется с минимальной погрешностью [4]. Фактически из-за присутствия следов хлора (из-за разло-

жения ClO_2) с наибольшей точностью анализируются средние участки этого интервала (+720÷680 мВ).

Современные приборы и программное обеспечение позволяют по-новому подойти к исследованию окислительных процессов, в частности процессов отбелки сульфатной целлюлозы, обнаружить новые способы применения потенциометрии в решении исследовательских и прикладных задач.

Объектом исследования в данной работе является остаточный лигнин порошковой целлюлозы (ПЦ).

Цель работы — изучение скорости реакции диоксида хлора с остаточным лигнином порошковой целлюлозы в буферном растворе ($\text{pH} = 4$) потенциометрическим методом.

Экспериментальная часть. ПЦ была получена путем обработки небеленой лиственной сульфатной целлюлозы жесткостью 17 ед. Каппа 10 %-ной серной кислотой при жидкостном модуле 30:1 в течение 1 ч при температуре кипения реакционной смеси в колбе с обратным холодильником. Затем продукт обработки промывали теплой водой и подвергали щелочной обработке с расходом 2 % NaOH от массы абсолютно сухой целлюлозы при концентрации суспензии 10 %, температуре 70 °С, продолжительности 1 ч. Далее порошок промывали водой до нейтральной реакции, высушивали на воздухе и растирали до однородного состояния и фотометрировали (азотнокислый экстракт) для определения относительного содержания лигнина, используя в качестве эталона исходную целлюлозу с числом Каппа 17 (принимая оптическую плотность ее пробы за единицу). По числу Каппа рассчитывали содержание лигнина ($0,15 \times \text{число } K$) в навеске и мольную концентрацию его фенилпропановых звеньев ($\text{ФПЕ} = 182,5$) в суспензии целлюлозы при потенциометрическом анализе. Расчетное содержание лигнина в порошковой целлюлозе эквивалентно числу Каппа 6,15 или $\cong 0,923$ %.

Потенциометрические измерения осуществляли с помощью прибора Мультитест ИПЛ-103, оснащенного комбинированным электродом типа ЭСК-10601/7 и подключенного к персональному компьютеру. Данные измерений записывались при помощи программного обеспечения поставляемого с прибором.

В опытах использовали диоксид хлора, полученный в промышленных условиях по технологии «НР–А» на АО «Монди СЛПК». Реакцию остаточного лигнина с диоксидом хлора изучали при постоянной начальной концентрации ClO_2 $5,02 \times 10^{-5}$ М.

Методика эксперимента: навеску ПЦ размешивали в стакане с водой с помощью магнитной мешалки (15 мин) до однородного состояния, довели общий объем до 50 мл, устанавливали электроды, включали режим «измерение» и запись в виртуальный журнал компьютерной программы, величину $\text{pH} = 4$ довели буферным раствором (янтарная кислота + на-

трий тетраборнокислый) и с помощью микропипетки подавали раствор диоксида хлора (1000 мкл = 1 мл). В результате добавки раствора диоксида хлора величина рН уменьшалась до 3,9. Температура 25 °С. Содержание (т. е. концентрацию) лигнина в реакционной смеси варьировали путем изменения навески ПЦ (0,1000÷0,4500).

Начальные концентрации реагентов в различных опытах были выбраны таким образом, чтобы обеспечить избыток лигнина в реакционной смеси. Начальную концентрацию остаточного лигнина в суспензии порошковой целлюлозы рассчитывали по формуле

$$L_0 = \frac{m \cdot L}{M(\text{ФПЕ}) \cdot V},$$

где m — масса навески ПЦ в пересчете на абсолютно сухой материал, г; L — содержание лигнина, %; $M(\text{ФПЕ})$ — 182,5 — молекулярная масса фенилпропановой единицы, Да; V — объем реакционной смеси, л.

Обсуждение результатов. Зависимость окислительно-восстановительного потенциала φ от времени τ для опытов 1—8 приведены на рис. 1. Экспериментальные точки с шагом 1 с.

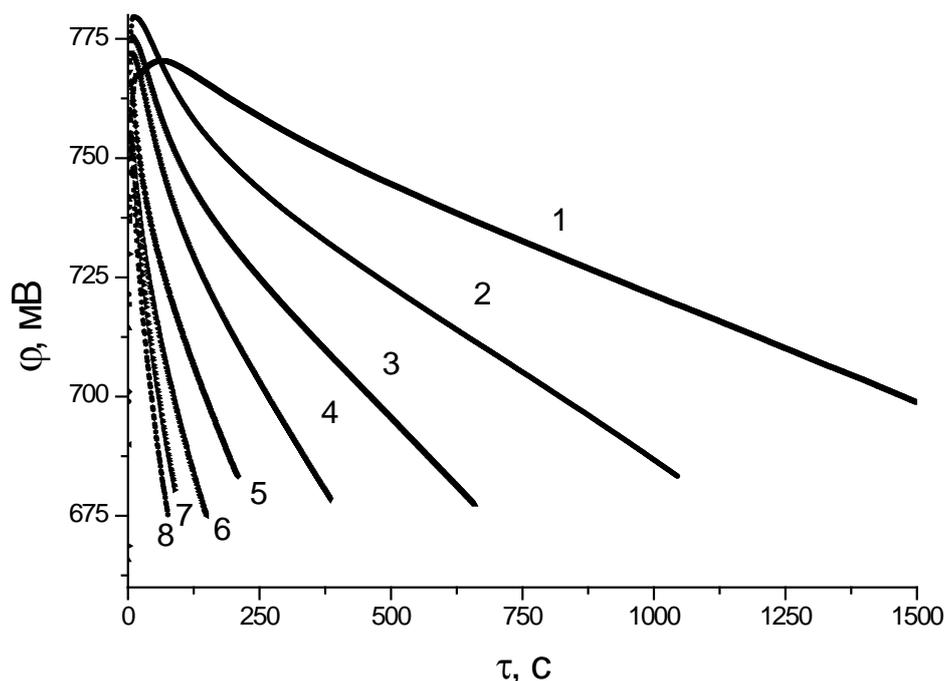


Рис. 1. Экспериментальные зависимости « φ — τ »

Значения концентраций реагентов для серии опытов указаны в таблице.

Значения тангенса угла наклона кривых на участке линеаризации (см. таблицу) для случая избытка лигнина в системе являются константами скоростей реакций псевдопервого порядка, они находятся в пределах (0,046÷0,898) с⁻¹ и зависят при постоянной начальной концентрации диок-

сида хлора от начальной концентрации лигнина в реакционной смеси или соотношения начальных концентраций реагентов $[ClO_2]_0/[L]_0$, находящихся в пределах $\cong 0,52 \div 0,12$. Чем оно меньше, тем быстрее расходуется диоксид хлора и больше значение тангенса наклона потенциометрической кривой на участке линеаризации.

Начальные концентрации реагентов

№ опыта	Аналитическая навеска воздушно-сухого материала, г	Начальная * концентрация остаточного лигнина $[L]_0$, $M \cdot 10^5$	Разность начальных мольных концентраций реагентов $[L]_0 - [ClO_2]_0$, $M \cdot 10^5$	Отношение начальных концентраций реагентов $[ClO_2]_0/[L]_0 = \theta$	Константа скорости, $k_{эф(I)}$, c^{-1}
ПЦ					
1	0,1022	9,630	4,609	0,521	0,0457
2	0,1529	14,41	9,386	0,348	0,0719
3	0,2029	19,12	14,100	0,263	0,1150
4	0,2529	23,83	18,808	0,211	0,1922
5	0,3029	28,54	23,520	0,176	0,2995
6	0,3504	33,02	27,995	0,152	0,4632
7	0,4015	37,83	32,810	0,133	0,7556
8	0,4505	42,45	37,427	0,118	0,8982
Сульфатная целлюлоза (15,2К)					
9	0,1022	23,70	18,680	0,212	1,0037

Общий объем реакционной смеси 51,0 мл.

* По ФПЕ с $M = 182,5$.

Зависимость « $k_{эф(I)}$ — $[L]_0$ » криволинейна (рис. 2). В области $[L]_0 \gg [ClO_2]_0$ реакция по диоксиду хлора является псевдомономолекулярной, при $[L]_0 \leq [ClO_2]_0$ скорость поглощения диоксида хлора суспензией небеленой целлюлозы должна отвечать второму порядку в соответствии с $v = k_{эф(II)} [ClO_2] \cdot [L]$.

Обычным приемом нахождения значения констант скоростей второго порядка по зависимостям псевдопервого порядка является использование одного из реагентов в большом избытке, например лигнина. При этом варьируя начальную концентрацию избыточного реагента — лигнина (путем изменения навески содержащей его целлюлозы), сначала находят $k_{эф(I)}$, затем определяют значение константы скорости реакции второго порядка по тангенсу угла наклона зависимости $k_{эф(I)} = k_{эф(II)} \cdot [L_0]$ (рис. 3).

В результате статистической обработки получено уравнение $k_{эф(I)} = (4855 \pm 196) \cdot [L_0]$, где значению константы скорости реакции второго порядка $k_{эф(II)}$ отвечает величина $(4855 \pm 196) M^{-1}c^{-1}$. Эта величина характеризует реакционную способность остаточного лигнина при максимально возможной степени превращения лигнина $\theta = 0,118—0,176$ (первых

начальных ансамблей), за которую можно принять величину мольного отношения $[ClO_2]_0/[L]_0$.

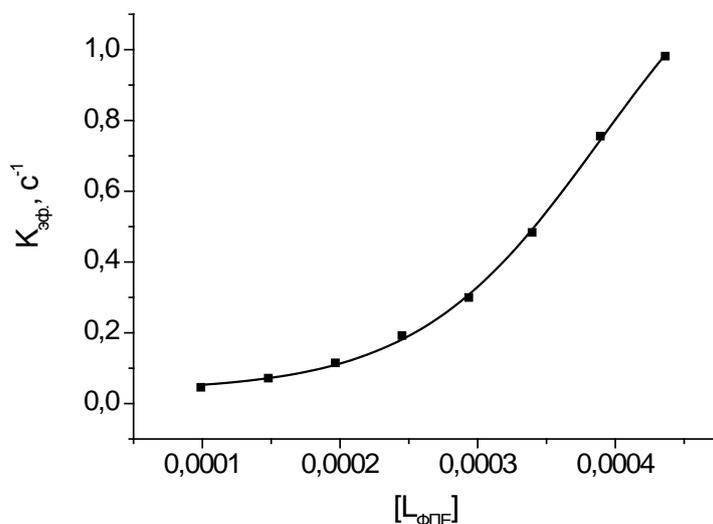


Рис. 2. Общий вид зависимости « $k_{эф(л)}$ — $[L]_0$ »

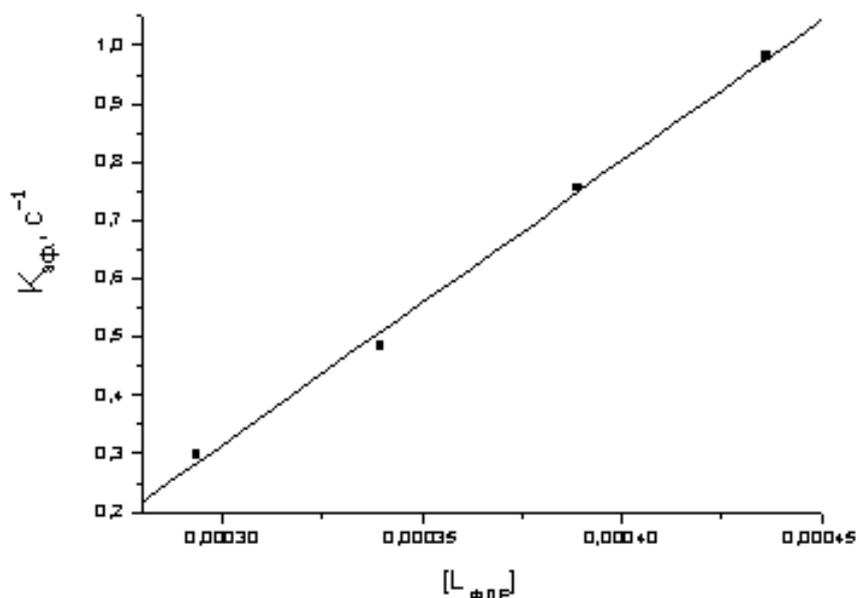


Рис. 3. Линеаризация зависимости « $k_{эф(л)}$ — $[L]_0$ » по опытам 5–7

Сопоставление полученного значения для $k_{эф(л)}$ с известными данными для аналогичного лигноцеллюлозного материала (ЛЦМ), полученного из хвойной целлюлозы в работе [4] (1462 ± 108) $M^{-1}c^{-1}$) позволяет заключить, что изученная нами порошковая целлюлоза из лиственной сульфатной целлюлозы содержит более реакционноспособный (по отношению к ClO_2) лигнин, чем ЛЦМ из хвойной сульфатной целлюлозы. Вместе с тем следует отметить, что условия получения ЛЦМ из хвойной целлюлозы, использованные в работе [4] были более жесткими (в два раза более длитель-

ная кислотная обработка), а потенциометрия проводилась при pH 3,5. Очевидно, что, несмотря на то, что содержание остаточного лигнина в хвойном ЛЦМ больше примерно в 8 раз, его реакционная способность, характеризующая отношением величин констант скоростей второго порядка, ниже в 3,3 раза, чем реакционная способность лиственной порошковой целлюлозы из небеленого сырья. Причинами этих различий могут быть процессы конденсации лигнина при кислотных обработках, а также особенности его структуры в лиственной и хвойной сульфатных целлюлозах.

Для сравнения в таблице приведены данные для реакции ClO_2 с деацетионированной исходной целлюлозой (условной жесткостью 15,2 ед. Каппа — рассчитанной по данным фотометрии).

При сопоставимой концентрации реагентов (см. опыт 4) константа скорости реакции псевдопервого порядка остаточного лигнина исходной целлюлозы в $\approx 1,00/0,19 = 5,2$ раза больше, чем лигнина порошковой целлюлозы, что свидетельствует о снижении реакционной способности остаточного лигнина по мере его удаления из лигноцеллюлозной матрицы.

Выводы:

1. Изучена кинетика реакций остаточного лигнина лиственной сульфатной порошковой целлюлозы с диоксидом хлора по моделям первого и второго порядков в забуференной системе при $\text{pH} \cong 4$.

2. С использованием потенциометрического метода определено значение константы скорости ($k_{\text{эф(II)}}$) реакции диоксида хлора с остаточным лигнином порошковой целлюлозы: $k_{\text{эф(II)}} = 4855 \pm 196 \text{ M}^{-1}\text{c}^{-1}$, что в 3,3 раза больше, чем значение этой величины для реакции ClO_2 с остаточным лигнином лигноцеллюлозного порошкового материала из небеленой хвойной целлюлозы ($k_{\text{эф(II)}} = 1462 \pm 108 \text{ M}^{-1}\text{c}^{-1}$).

Библиографический список

1. Способ получения микрокристаллической целлюлозы [Текст] : пат. 2298562 РФ : МПК С 08 В 15/02 D 21 С 1/04 / Казакова Е. Г., Дёмин В. А. ; заявитель и патентообладатель ГУ Ин-т химии Коми НЦ УрО РАН. — № 2005139690/04 ; заявл. 19 декабря 2005 ; опубл. 10.05.2007, Бюл. № 15. — 5 с.

2. Казакова, Е. Г. Новый способ получения микрокристаллической целлюлозы [Текст] / Е. Г. Казакова, В. А. Дёмин // Журнал прикладной химии. — 2009. — Т. 82. — Вып. 3. — С. 502—505.

3. Казакова, Е. Г. Получение порошковой целлюлозы [Текст] / Е. Г. Казакова, В. А. Дёмин // Журнал прикладной химии. — 2009. — Т. 82. — Вып. 6. — С. 1033—1036.

4. Mukhrygin, K. S. Potentiometry of the Reaction of Residual Lignin of Lignocellulose Powder Material with Chlorine Dioxide / K. S. Mukhrygin, V. A. Demin // Russian Journal of Bioorganic Chemistry. — 2017. — Vol. 43. — No. 7. — P. 47—51.

5. Туманова, Т. А. Физико-химические основы отбелки целлюлозы [Текст] / Т. А. Туманова. — Изд. 2-е перераб. — Москва : Лесн. пром., 1984. — 216 с.

УДК 547.992

Приводятся результаты изучения влияния высокоэнергетического излучения (на примере γ -облучения) на сульфатную листовую целлюлозу до и после модификации. Изменения в ИК-спектрах облученной целлюлозы и материалов на ее основе свидетельствуют о перегруппировке системы водородных связей и возможности образования новых концевых связей, что положительно сказывается на прочностных характеристиках целлюлозных волокон и повышает устойчивость к старению целлюлозосодержащих материалов.

Ключевые слова: целлюлоза, γ -облучение, ИК-спектроскопия, бумага, показатели механической прочности бумаги, старение бумаги.

Л. С. Кочева,

доктор химических наук, профессор
(Институт геологии Коми НЦ УрО РАН,
Сыктывкарский государственный университет
имени Питирима Сорокина)

А. П. Карманов,

доктор химических наук, профессор
(Институт биологии Коми НЦ УрО РАН,
Сыктывкарский лесной институт)

ВОЗДЕЙСТВИЕ ВЫСОКОЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО ИЗЛУЧЕНИЯ НА ЦЕЛЛЮЛОЗОСОДЕРЖАЩИЕ МАТЕРИАЛЫ

Одной из актуальных задач современной целлюлозно-бумажной промышленности является повышение конкурентоспособности продукции. Решение этой проблемы лежит в плоскости внедрения наилучших доступных технологий [1; 2]. Одним из основных свойств большинства видов бумаги является механическая прочность. Это относится не только к тароупаковочным сортам бумаги (мешочная, оберточная, гофрокартон и др.), но и к типографским видам бумаги (газетная и др.), что связано с использованием быстрходных бумагоделательных и типографских ротационных машин. Вовлечение в переработку низкосортного древесного сырья и большого количества проклеивающих и наполняющих веществ также отрицательно сказывается на прочностных характеристиках готовой продукции [3]. Одним из перспективных путей повышения прочности бумажного полотна является поиск оптимальных условий эффективного и равномерного введения в бумажную массу реагентов, обеспечивающих увеличение сил сцепления волокон в готовой бумаге.

В работе исследовано влияние небольших доз γ -облучения на структуру целлюлозы до и после ее модификации сульфатом титанила и аммония $(\text{NH}_4)_2\text{TiO}(\text{SO}_4)_2 \times \text{H}_2\text{O}$ (СТА). СТА относится к химическим вспомога-

тельными веществам, введение которого в композицию бумажной массы способствует повышению прочностных характеристик целлюлозных материалов за счет взаимодействия гидроксильных групп целлюлозы с Ti^{4+} и образования в результате этого системы межволоконных поперечных связей кислород-титан-кислород.

Гамма-излучение — это вид электромагнитного излучения, который характеризуется чрезвычайно малой длиной волны (менее $2 \cdot 10^{-10}$ м) и представляет собой поток фотонов, имеющих высокую энергию (гамма-квантов), превышающую 10^5 эВ. Относится к ионизирующим излучениям, то есть к излучениям, взаимодействие которых с веществом способно приводить к образованию разнозаряженных ионов. Под действием γ -облучения происходит, главным образом, деградация волокнистых материалов, т. е. этот метод может быть использован для имитации процессов старения целлюлозы и материалов на ее основе [4].

В качестве объекта исследования использована сульфатная беленая хвойная целлюлоза производства АО «Монди Сыктывкарский ЛПК» до и после обработки водным раствором СТА, расход СТА составлял 0,25; 0,5; 0,75; 1,0; 2,5; 5; 10; 20; 30 и 50 % от веса абсолютно сухой целлюлозы. Содержание титана (в пересчете на TiO_2) определяли фотоколориметрически с перекисью водорода. За удержанный на волокне принимали неотмываемый TiO^{4+} . Облучение проводилось на гамма-облучательной установке «Исследователь», источник ^{137}Cs , мощность 520 Р/мин. Интегральная доза облучения составляла от 10 до 50 Мрад. ИК-спектры снимали с помощью прибора Spесoгd-M 80, таблетки KBr.

При γ -облучении целлюлозы возможны следующие превращения:

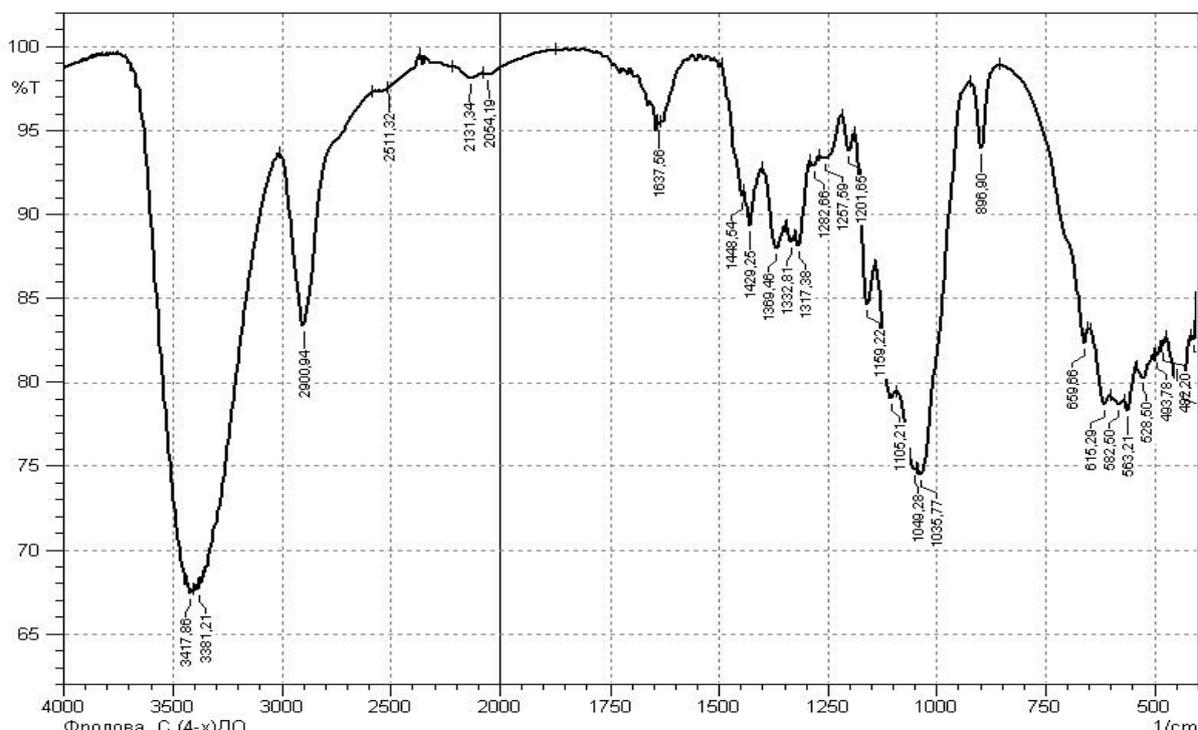
- образование радикалов при отрыве атома водорода от атома углерода C_1 глюкопиранозного кольца;
- образование радикалов при отрыве атома водорода от атома углерода C_4 овили C_2 и C_3 ;
- образование радикала при разрыве макромолекулярной цепи;
- образование радикала при разрушении глюкопиранозного звена [4].

Структурные изменения целлюлозы в процессе ее облучения, а именно разрыв главных цепей макромолекулы и образование активных радикалов, увеличивают возможность как поперечного, так и концевого сшивания по местам разорванных связей. Например, известно, что в процессе радиационной сополимеризации прививка полимеров к макромолекуле целлюлозы происходит в результате образования мостиков, что приводит к образованию пространственно-сшитой структуры. Снижение прочности целлюлозы на разрыв связывается с деструкцией макромолекул, о чем свидетельствует снижение макромолекулярной массы облученной целлюлозы и увеличение ее растворимости. При малых дозах облучения (до 10^7 Р) деструкция затрагивает лишь цепи в аморфных участках. С увеличением до-

зы облучения деструкцию претерпевают уже цепи в кристаллических участках волокон.

Для изучения характера структурных изменений в макромолекуле целлюлозы под действием γ -облучения использовали метод ИК-спектроскопии.

ИК-спектр исходной целлюлозы приведен на рисунке. В области валентных колебаний ОН-групп присутствует полоса с максимумом около 3400 см^{-1} . Значительную интенсивность имеет полоса $\sim 2900\text{ см}^{-1}$ (ОН-, СН- и СН₂-вал. колебания). В области $1630\text{—}1650\text{ см}^{-1}$ наблюдается поглощение молекул кристаллизационной воды. В области $900\text{—}1500\text{ см}^{-1}$ расположены полосы поглощения сложной конфигурации с несколькими максимумами. Здесь проявляются валентные колебания С–О, С–С (~ 1060 , 1163 см^{-1}), связанные колебания СН-, СН₂- и ОН-групп ($\sim 1150\text{—}1500\text{ см}^{-1}$), а также «дыхательные» колебания кольца ($\sim 900\text{ см}^{-1}$) и валентные колебания С–О в аморфных областях целлюлозы. В этой же области проявляются частоты деформационных колебаний О–Н, СН-, СН₂- и С–ОН. В низкочастотной области $400\text{—}700\text{ см}^{-1}$ расположены диффузные структурно-чувствительные полосы с несколькими нечетко выраженными максимумами, которые полностью исчезают лишь в случае разрушении кристаллической структуры целлюлозы.



ИК-спектр целлюлозы

В облученных образцах целлюлозы наблюдаются следующие изменения. Во-первых, появляется новая полоса поглощения 1730 см^{-1} , причем ее

интенсивность возрастает как по мере увеличения дозы облучения, так и с ростом концентрации СТА в образцах. Во-вторых, полоса 2900 см^{-1} расщепляется на две составляющие — 2880 см^{-1} и 2920 см^{-1} . В-третьих, усиливается поглощение в области 1630 см^{-1} .

Полосу поглощения 1730 см^{-1} в облученной целлюлозе следует отнести к валентным колебаниям С=О-групп, которые могут образоваться на концах разорванных цепей макромолекулы целлюлозы. Изменения в интенсивности полосы 2900 см^{-1} в спектре облученной целлюлозы, в основном обусловленные колебаниями СН₂-групп, могут быть связаны с изменением пространственного расположения групп СН₂-ОН. В результате γ -облучения происходит изменение соотношения поворотных групп СН₂-ОН вследствие их более высокой подвижности. Усиление поглощения в области 1630 см^{-1} связано с возрастанием количества молекул адсорбированной воды в целлюлозе.

В целом изменения структуры полос в ИК-спектрах облученной целлюлозы и образцов на ее основе могут свидетельствовать о перегруппировке системы водородных связей ввиду их высокой лабильности, то есть происходят изменения в пространственном расположении гидроксильных групп целлюлозы. Увеличение количества молекул адсорбированной воды в образцах, подвергнутых γ -облучению, снижает вероятность образования свободных радикалов, что тем самым уменьшает возможность деполимеризации целлюлозных материалов. Возрастание интенсивности полосы поглощения 1730 см^{-1} по мере увеличения дозы облучения и содержания СТА в образцах свидетельствует о повышении вероятности образования новых связей по местам разрыва цепей макромолекулы целлюлозы. Этому можно дать следующее объяснение: поскольку СТА образует достаточно прочные поперечные связи с гидроксильными группами целлюлозы при атоме углерода С₆, которые первоначально участвуют в межмолекулярной водородной связи, то при их γ -облучении увеличивается вероятность разрыва более сильных (по сравнению с водородными) связей, которые в свою очередь способны образовывать новые дополнительные концевые связи. Результатом этого процесса является повышение прочностных характеристик целлюлозных волокон.

Испытаны свойства образцов бумаги, полученных при использовании в качестве осадителя сернокислого алюминия и СТА, до и после γ -облучения. В табл. 1 приведены результаты испытания свойств бумаги массой 60 г/м^2 ; рН = 4,5—5,0; композиция: ТММ 75 %, сульфатная беленая целлюлоза 25 %.

При сравнении полученных данных видно, что при одинаковом расходе осадителей (варианты I и II) разрывная длина бумаги с заменой осадителя на СТА увеличивается на 14 %. Для варианта III, в котором расход

осадителя втрое ниже, чем в варианте IV, разрывная длина заметно возрастает — на 47 %.

Испытание свойств приведенных в табл. 1 вариантов бумаги после γ -облучения малыми дозами (табл. 2) показало, что бумага, отлитая с использованием СТА, обладает большей радиационной стойкостью в сравнении с бумагой, изготовленной с использованием сульфата алюминия. Так, после γ -облучения показатели механической прочности уменьшаются независимо от того, какая добавка была использована, но для варианта IV снижение разрывной длины составило лишь 15,8 %, а для варианта III — 23,2 %, при этом после облучения бумага с СТА характеризуется более высокой величиной разрывной длины, чем бумага с сернокислым алюминием до облучения; белизна образца по варианту IV остается на уровне необлученной бумаги. Таким образом, можно сделать вывод, что для бумаги, отлитой с использованием СТА, процессы старения, имитированные γ -облучением, протекают менее интенсивно, чем в контрольных вариантах.

Таблица 1. Свойства бумаги, полученных при использовании в качестве осадителя сернокислого алюминия и СТА

Показатель	Единица измерения	Вариант			
		I	II	III	IV
Толщина	мкм	156	162	158	157
Разрывная длина	м	1150	1310	1380	2020
Излом	ч. дв. пер.	1	1,3	2	3
Раздирание	мн	320	330	320	350
Удлинение	%	0,80	0,80	0,80	0,86
Белизна	%	68,1	68,2	71,6	71,4
Непрозрачность	%	98,7	98,8	98,5	98,3

Примечание. Расход реагентов к массе абсолютно сухих волокон, считая на оксиды: I вар. — 5 % $Al_2(SO_4)_3$; II вар. — 5 % СТА; III вар. — 6 % $Al_2(SO_4)_3$; IV вар. — 2 % СТА. Каолин — 30 %, белый канифольный клей — 2 %.

Таблица 2. Свойства бумаги, полученных при использовании в качестве осадителя сернокислого алюминия и СТА, после γ -облучения (5 Мрад)

Показатель	Единица измерения	Вариант			
		I	II	III	IV
Толщина	мкм	145	142	140	142
Разрывная длина	м	920	970	1060	1700
Излом	ч. дв. пер.	0	0	0	1
Раздирание	мн	60	80	100	160
Удлинение	%	0,90	0,80	0,80	0,80
Белизна	%	65,6	65,5	70,2	71,1
Непрозрачность	%	99,1	99,2	99,0	99,4

Примечание. Расход реагентов такой же, как в табл. 1.

Работа выполнена при финансовой поддержке Программ УрО РАН (проект 18-5-5-4).

Библиографический список

1. Суханов, В. С. О повышении эффективности работы ЦБК за счет снижения затрат на производство сырья [Текст] / В. С. Суханов // Леспром-информ. — 2005. — № 3. — Вып. 25. — С. 60—64.
2. Производство целлюлозы, древесной массы, бумаги и картона. Информационно-технический справочник по наилучшим доступным технологиям [Текст] / ИТС 1-2015. — Москва : Бюро НДТ, 2015. — 465 с.
3. Муллина, Э. Р. Исследование влияния химического состава целлюлозы на физико-механические свойства бумаги [Текст] / Е. Г. Лыгина, О. В. Ершова, К. В. Пинчукова. — Современные наукоемкие технологии. — 2015. — № 9. — С. 56—58.
4. Клепиков, В. Ф. Ядерные реакции, технологии модификации и анализа материалов [Текст] / В. Ф. Клепиков // Восточно-Европейский журнал передовых технологий. — 2012. — № 2 (5). — С. 37—43.

УДК 66.011:519.876(075.8)

Предложена математическая модель реакции разложения диоксида хлора в слабо-кислой среде. На основе кинетических исследований реакции диоксида хлора с остаточным лигнином лиственной сульфатной целлюлозы в кислой среде установлена эмпирическая зависимость эффективной константы скорости реакции псевдопервого порядка от концентрации лигнина в реакционной смеси. Подобраны коэффициенты этой зависимости методом наименьших квадратов.

Ключевые слова: диоксид хлора, редокс потенциал, *pH*-метрия, математическая модель, метод наименьших квадратов.

С. М. Полещиков,
доктор физико-математических наук, профессор

В. А. Демин,
доктор химических наук, ст. науч. сотр.

математическое описание потенциометрических кривых реакции диоксида хлора с лигноцеллюлозами

Изучение кинетики реакций лигнинных веществ (лигнина древесины, остаточного лигнина целлюлозных материалов, лигносульфонатов и др.) с варочными и отбельными реагентами имеет большое теоретическое и прикладное значение для развития технологии целлюлозного производства и химии древесины. В качестве кинетических моделей обычно используют (формально) уравнения односторонних реакций первого порядка, топохимические уравнения Колмогорова–Ерофеева и др., а также уравнения диффузионной и полихронной кинетики [1]. Причиной этого является значительная сложность процессов делигнификации, неопределенность понятия моль лигнина и необходимость использования косвенных методов определения его содержания в лигноцеллюлозном материале [2, 3]. Особенно сложно изучение кинетики реакций лигнина в процессах отбеливания целлюлозы, т.к. получить достоверную информацию при низком содержании лигнина на основе стандартных методов затруднительно или невозможно из-за статистической недостоверности (жесткость по Бьеркману, число Каппа или фотометрия [3]).

Существенный прогресс в изучении кинетики относительно быстрых окислительных реакций диоксида хлора и остаточного лигнина достигнут с использованием потенциометрического метода и современных приборов с компьютерными программами, которые позволяют получать первичные данные — величины редокс потенциала, прямо пропорционального связанного с концентрацией диоксида хлора — в малые промежутки времени (ежесекундно) [4]. При этом расчеты констант скоростей ведут двумя основными методами [5].

Уравнение односторонней реакции второго порядка можно представить в виде

$$v = k_2 \cdot [L] \cdot [ClO_2].$$

Одним из способов нахождения k_2 является использование большого избытка одного из реагентов, например, остаточного лигнина. При использовании такого приема

кинетические кривые выглядят так же как для реакции первого порядка (псевдопервый порядок)

$$k_1 = k_2 \cdot [L]_0,$$

где $[L]_0$ — концентрация в начальный момент времени.

Варьируя начальную концентрацию $[L]_0$ (путем изменения концентрации суспензии небеленой целлюлозы), сначала находят константу реакции псевдопервого порядка, затем определяют значение константы скорости реакции второго порядка по тангенсу угла наклона зависимости $k_1 = k_2 \cdot [L]_0$.

В широком (условно) интервале варьирования начальной концентрации лигнина зависимость $k_{эф(I)}[L]_0$ криволинейна из-за нарушения условия $[L]_0 \gg [ClO_2]$.

Во втором случае расчет проводят по модели второго порядка с учетом начальных концентраций обоих реагентов, исходя из уравнения:

$$\frac{dx}{d\tau} = k_2(a-x)(b-x),$$

где a и b — начальные концентрации реагентов (лигнина — моль ФПЕ и диоксида хлора). Кинетические кривые при этом линеаризуются в координатах

$$k_2 = \frac{1}{\tau(a-b)} \ln \frac{(a-x)b}{(b-x)a}.$$

Принимая потенциометрическую кривую « $\varphi - \tau$ » за полулогарифмическую анаморфозу кинетической кривой, по тангенсу угла наклона и разности начальных концентраций реагентов находим константу скорости [4]:

$$k_2 = \frac{\text{tg } \alpha}{\Delta C},$$

где $\Delta C = a - b = [L]_0 - [ClO_2]_0$. При варьировании расхода ClO_2 , которое приводит к изменению мольного отношения «диоксид хлора — лигнин», а значит к изменению глубины превращения лигнина, в второй вариант приводит к получению различных значений констант скоростей расходования диоксида хлора на реакцию с лигнином наиболее вероятно из-за полихронного характера последнего и неопределенности решения при близких концентрациях компонентов ($\Delta C \rightarrow 0$). Противоречивость и сложность объекта исследования и направлений реакций позволяют считать необходимым математический анализ зависимостей получаемых в результате кинетических исследований.

В опытах использовали диоксид хлора, полученный в промышленных условиях по технологии «НР-А» на АО «Монди СЛПК» (восстановлением хлората пероксидом водорода). Порошковая целлюлоза (ПЦ) была получена путем обработки небеленой лиственной сульфатной целлюлозы жесткостью 17 единиц Каппа 10%-ной серной кислотой при жидкостном модуле 30:1 в течение 1 ч. при температуре кипения реакционной смеси в колбе с обратным холодильником. Затем продукт обработки промывали теплой водой и подвергали щелочной обработке с расходом 2% $NaOH$ от массы абсолютно сухой целлюлозы при концентрации суспензии 10%, температуре $70^\circ C$, продолжительности 1 ч. Далее порошок промывали водой до нейтральной реакции, высушивали на воздухе и растирали до однородного состояния и фотометрировали ее азотнокислый экстракт [1, 4] для определения относительного содержания лигнина, используя в качестве эталона исходную целлюлозу с числом Каппа 17 (принимая оптическую плотность

ее пробы за единицу). По числу Каппа рассчитывали содержание лигнина ($0.15 \times K$) в навеске и мольную концентрацию его фенилпропановых звеньев ($\text{ФПЕ} = 182.5$) в суспензии целлюлозы при потенциометрическом анализе. Расчетное содержание лигнина в порошковой целлюлозе эквивалентно числу Каппа 6.15 или $\cong 0.923\%$.

Потенциометрический метод основан на измерении редокс потенциала пары «диоксид хлора – хлорит-ион». Его величина определяется уравнением Нернста [6, 7]

$$\varphi = \varphi_{\text{ClO}_2/\text{ClO}_2^-}^0 + \nu \ln \frac{a_{\text{ClO}_2}}{a_{\text{ClO}_2^-}}$$

Величины, входящие в это уравнение, в начальный момент времени постоянны за исключением активности диоксида хлора a_{ClO_2} . Это позволяет рассматривать линейные участки зависимости потенциал φ – время τ как полулогарифмические анаморфозы кинетических кривых расщепления диоксида хлора.

Таблица 1. Результаты измерений 1.

№	$[L]_0, M \cdot 10^4$	Константа скорости, $[c^{-1}]$
1	0.9629	0.04569
2	1.4406	0.07187
3	1.9117	0.11496
4	2.3828	0.19221
5	2.8396	0.29952
6	3.3015	0.46320
7	3.7830	0.74220
8	4.2447	0.89820

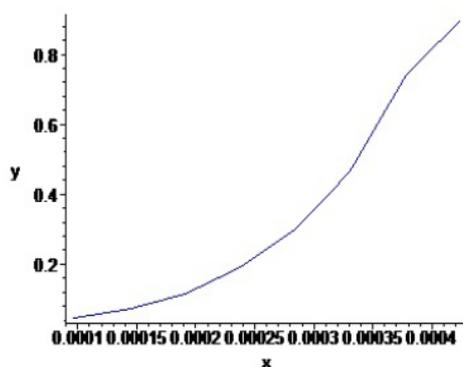


Рис. 1. График экспериментальной зависимости.

Математическая обработка. Представим искомую зависимость в виде

$$y = Ae^{bx} \quad (1)$$

с неизвестными параметрами A , b . Применим метод наименьших квадратов (МНК). Для упрощения применения МНК прологарифмируем (1)

$$\ln y = \ln A + bx$$

и введем обозначения $Y = \ln y$, $a = \ln A$. Тогда приходим к классической форме МНК для линейной функции

$$Y = a + bx.$$

Составим сумму квадратов невязок

$$S(a, b) = \sum_{i=1}^N (Y_i - a - bx_i)^2, \quad (2)$$

где $Y_i = \ln y_i$, N — число измерений. Необходимые условия экстремума

$$\frac{\partial S(a, b)}{\partial a} = 0, \quad \frac{\partial S(a, b)}{\partial b} = 0$$

дают систему нормальных уравнений

$$\begin{cases} b \sum_{i=1}^N x_i^2 + a \sum_{i=1}^N x_i = \sum_{i=1}^N Y_i x_i, \\ b \sum_{i=1}^N x_i + aN = \sum_{i=1}^N Y_i \end{cases} \quad (3)$$

для нахождения параметров a , b , при которых функция (2) принимает наименьшее значение. Система (3) имеет единственное решение, определяемое, например, формулами Крамера

$$b = \frac{\Delta_1}{\Delta}, \quad a = \frac{\Delta_2}{\Delta},$$

где Δ , Δ_1 , Δ_2 — главный и вспомогательные определители системы.

Для рассмотренных измерений ($N = 8$) параметры равны

$$b = 9450.31, \quad a = -3.95, \quad A = \exp(a) = 0.019.$$

Ниже (рис. 2, 3) приводятся графики логарифмической прямой $Y = a + bx$ и теоретической кривой (1) с наложением на экспериментальную кривую. Построения выполнены в математической системе *Maple*. Значение минимума функции (2) равно $S_{min} = 0.0485$.

Те же самые измерения без последнего измерения ($N = 7$) дали значения

$$b = 9952.34, \quad a = -4.05, \quad A = \exp(a) = 0.017.$$

Соответственно — $S_{min} = 0.0020$. Возможно, последнее измерение выделяется из общей положения.

Уточним теоретическую зависимость второй степенью независимой переменной

$$y = Ae^{bx+cx^2} \quad (4)$$

с неизвестными параметрами A , b , c . Логарифмирование дает

$$Y = a + bx + cx^2, \quad Y = \ln y, \quad a = \ln A.$$

Сумма квадратов невязок в этом случае равна

$$S(a, b, c) = \sum_{i=1}^N (Y_i - a - bx_i - cx_i^2)^2. \quad (5)$$

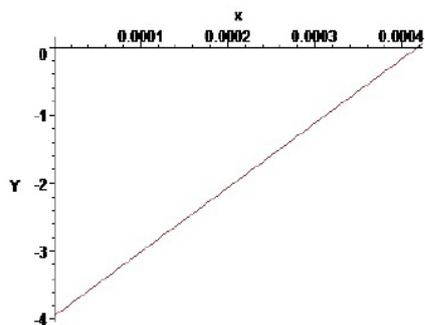


Рис. 2. График логарифмической прямой
 $Y = -3.95 + 9450.31x$.

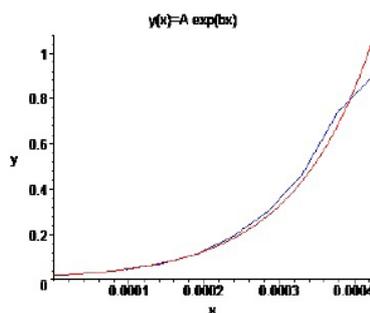


Рис. 3. Графики экспериментальной и теоретической кривой
 $y = 0.019e^{9450.31x}$.

Необходимые условия минимума этой функции приводят к системе

$$\begin{cases} c \sum_{i=1}^N x_i^4 + b \sum_{i=1}^N x_i^3 + a \sum_{i=1}^N x_i^2 = \sum_{i=1}^N Y_i x_i^2, \\ c \sum_{i=1}^N x_i^3 + b \sum_{i=1}^N x_i^2 + a \sum_{i=1}^N x_i = \sum_{i=1}^N Y_i x_i, \\ c \sum_{i=1}^N x_i^2 + b \sum_{i=1}^N x_i + aN = \sum_{i=1}^N Y_i \end{cases} \quad (6)$$

Решения системы (6) находим по формулам Крамера

$$c = \frac{\Delta_1}{\Delta}, \quad b = \frac{\Delta_2}{\Delta}, \quad a = \frac{\Delta_3}{\Delta},$$

где $\Delta, \Delta_1, \Delta_2, \Delta_3$ — главный и вспомогательные определители системы.

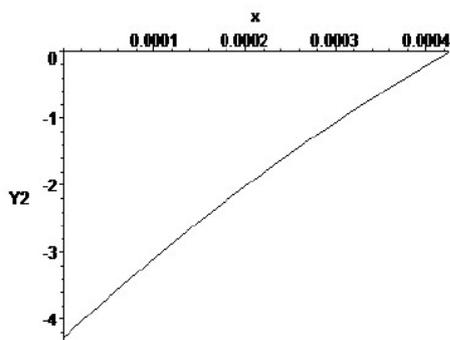


Рис. 4. График логарифмической параболы
 $Y = -4.278 + 12446.06x - 5748502.61x^2$.

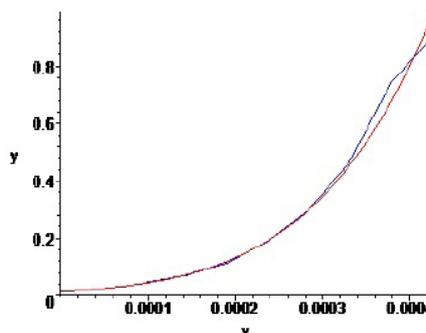


Рис. 5. Графики экспериментальной и теоретической кривой
 $y = 0.014e^{12446.06x - 5748502.61x^2}$.

Для измерений из таблицы 1 были получены следующие функции и минимальное значение функции (5)

$$Y = -4.278 + 12446.06x - 5748502.61x^2, \quad y = 0.014e^{12446.06x - 5748502.61x^2}.$$

$$S_{min} = 0.0215.$$

То есть в квадратичном случае аппроксимация немного улучшилась. Соответствующие графики представлены на рис. 4, 5.

Рассмотрим вторую серию измерений в таблице 2. В результате аналогичной обра-

Таблица 2. Результаты измерений 2.

№	$[L]_0, M$	Константа скорости, $[c^{-1}]$
1	0.000104	0.0325
2	0.000137	0.0379
3	0.000208	0.0485
4	0.000416	0.0825
5	0.000833	0.3470
6	0.001249	0.8790
7	0.001666	1.5650

ботки были получены функциональные зависимости

$$y = 0.029 \exp(2582.09x), \quad S_{min} = 0.2742,$$

$$y = 0.021 \exp(3965.45x - 822701.12x^2), \quad S_{min} = 0.0338.$$

Соответствующие графики представлены на рис. 6, 7.

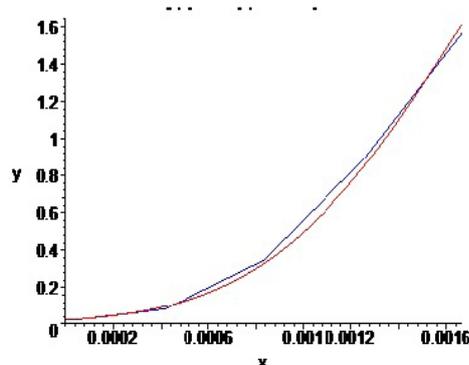
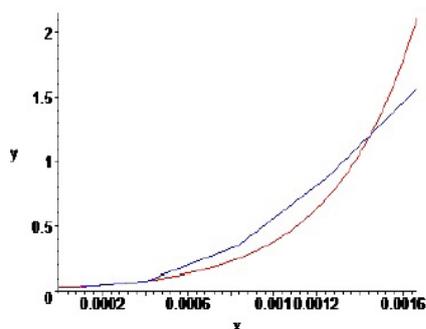


Рис. 6. Графики экспериментальной и теоретической кривой

$$y = 0.029e^{2582.09x}.$$

Рис. 7. Графики экспериментальной и теоретической кривой

$$y = 0.021e^{3965.45x - 822701.12x^2}.$$

Закключение. Таким образом, на основе кинетических исследований реакции диоксида хлора с остаточным лигнином лиственной сульфатной целлюлозы в кислой среде ($pH \cong 4$. Температура $298K$) установлена эмпирическая зависимость эффективной константы скорости реакции псевдопервого порядка от концентрации лигнина в реакционной смеси и подобраны коэффициенты этой зависимости с помощью метода наименьших квадратов.

Библиографический список

1. Дёмин, В. А. Теоретические основы отбелки целлюлозы [Текст] / В. А. Дёмин. — Санкт-Петербург : СПбГЛТУ, 2013. — 100 с.
2. 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.
3. 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.
4. Mukhrygin, K. S Potentiometry of the Reaction of Residual Lignin of Lignocellulose Powder Material with Chlorine Dioxide [Text] / K. S. Mukhrygin, and V. A. Demin // Russian Journal of Bioorganic Chemistry, — 2017. — Vol. 43. — №7. — P. 47–51.
5. Денисов, Е. Т. Кинетика гомогенных химических реакций: Учеб. Пособие для хим. Спец. Вузов [Текст]. 2-е изд., перераб. и доп. — Москва : Высшая школа, 1988. — 391 с.
6. Туманова, Т. А. Физико-химические основы отбелки целлюлозы. — Изд. 2-е, переработанное [Текст] / Т. А. Туманова. — Москва : Лесн. пром., 1984. — 216 с.
7. Демин, В. А. Потенциометрический метод исследования кинетики гетерогенных реакций с участием диоксида хлора [Текст] / В. А. Демин, И. В. Липин // Международное научное издание «Современные фундаментальные и прикладные исследования». — 2011. — №3. — С. 101–106.

СЕКЦИЯ «ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ РЕСПУБЛИКИ КОМИ»

УДК 504.68

При возникновении техногенных чрезвычайных ситуаций любого характера возникает необходимость четкого действия работников МЧС и медицинской службы, способной предоставить эффективную медицинскую помощь населению. Предлагается проанализировать основные техногенные ситуации Республики Коми, МО ГО «Сыктывкар» и алгоритмы действий работников ГБУ РК «Территориальный центр медицины катастроф» в чрезвычайных ситуациях.

Ключевые слова: воздействие на человека, техногенные факторы, чрезвычайные ситуации, пожары, служба медицины катастроф.

О. А. Конык,
кандидат технических наук, доцент
(Сыктывкарский лесной институт)

ТЕХНОГЕННЫЕ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫЕ СИТУАЦИИ РЕСПУБЛИКИ КОМИ И РАБОТА ПОДРАЗДЕЛЕНИЙ МЕДИЦИНЫ КАТАСТРОФ

Сегодня на среду обитания человека, его жизнедеятельность, здоровье, потомство, воздействуют физические, химические, биологические, социальные и информационные факторы. Человек постоянно подвергается каким-либо опасностям. Существует целый ряд ситуаций, в которых опасности могут реализоваться [1], — это аварии, катастрофы и стихийные бедствия (рис. 1).



Рис. 1. Воздействие техногенных факторов на человека

Если обратиться к фактам, то можно сказать, что количество чрезвычайных ситуаций (ЧС) и пожаров из года в год уменьшается незначительно — на 4—5 % (рис. 2), количество выездов на ДТП — на 12—13 %. Однако есть определенные результаты. По оперативным данным только за 2017 г. было спасено 4459 чел. при ЧС и 110146 чел. при пожарах, 30719 чел. при дорожно-транспортных происшествиях (рис. 3).

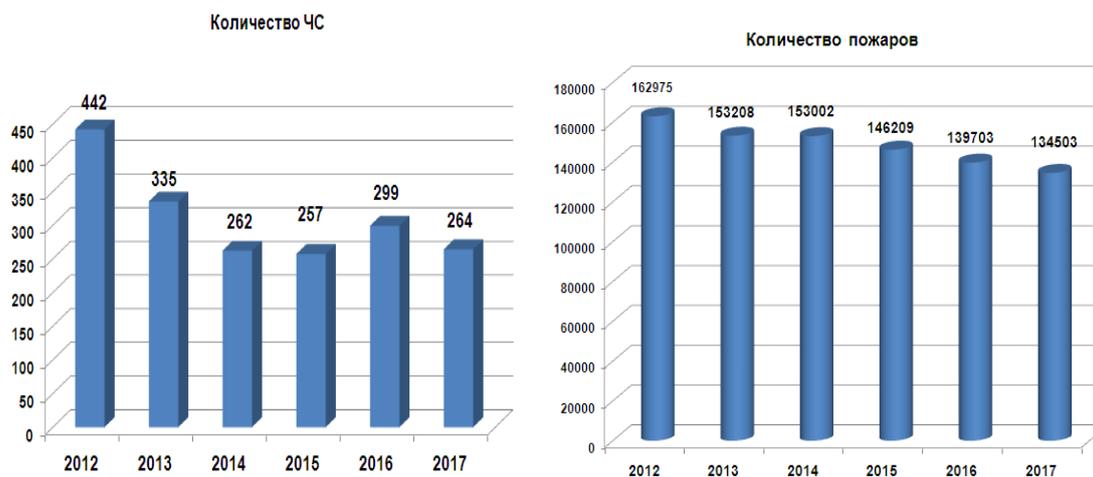


Рис. 2. Статистика ЧС и пожаров за 2012-2017 гг.



Рис. 3. Чрезвычайные ситуации и пожары

Ряд крупных аварий, произошедших в РФ в прошлом веке, характеризующихся существенными человеческими потерями, привели к необходимости создания в России медицинской службы, способной обеспечить эффективную медицинскую помощь населению при любых видах аварийных ситуаций. Для оперативного реагирования на последствия ЧС в России в 1993 г. была создана **Всероссийская служба медицины катастроф (ВСМК)** «Защита» Министерства здравоохранения и социального развития РФ, а в субъектах федерации – территориальные центры медицины катастроф [2].

Цель Всероссийской службы медицины катастроф: достижение максимальной минимизации медико-санитарных последствий чрезвычайных ситуаций в РФ.

Краткая суть задач службы медицины катастроф — спасение жизни и сохранение здоровья населения при авариях, катастрофах, стихийных бедствиях и эпидемиях.

Цель настоящей работы: проанализировать основные техногенные ситуации Республики Коми, МО ГО «Сыктывкар» и действия работников ГБУ РК «Территориальный центр медицины катастроф» в чрезвычайных ситуациях.

Служба медицины катастроф имеет обширные направления своей деятельности, она изучает источники возможных ЧС, характер и закономерности формирования медико-санитарных последствий возможных аварий, катастроф; разрабатывает медико-санитарные мероприятия по недопущению или снижению отрицательных медико-санитарных последствий ЧС.

Существует пять уровней службы медицины катастроф: федеральный, межрегиональный, региональный, муниципальный и объектовый. На каждом уровне есть формирования и учреждения службы медицины катастроф. Формирования включают подвижные госпитали, отряды, бригады, группы. Учреждения ВСМК включают центры, больницы и базы снабжения [3].

Основные принципы управления службой медицины катастроф: единоначалие, централизация управления, умение анализировать обстановку и делать правильные выводы, предвидеть ход событий и др.

Самый главный принцип — личная ответственность руководителей за принимаемые решения.

В соответствии с Положением о РСЧС (Единая государственная система предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций) в зависимости от ситуации на конкретной территории населенного пункта, предприятия устанавливается один из трех режимов функционирования РСЧС: режим повседневной деятельности, режим повышенной готовности и режим чрезвычайной ситуации.

Основные мероприятия службы медицины катастроф в режиме повседневной деятельности показаны на рис. 4.

При режиме повышенной готовности мероприятия направлены на оповещение о введении такого режима, сбора личного состава органов управления и формирований ВСМК; анализ причин введения режима повышенной готовности, прогнозирование возможного развития обстановки и др.



Рис. 4. Мероприятия службы медицины катастроф при режиме повседневной деятельности

В режиме ЧС мероприятий становится больше и они направлены на оценку ЧС и ее ликвидацию (рис. 5).



Рис. 5. Мероприятия службы медицины катастроф в режиме ЧС

Проанализируем техногенные аварии, которые происходят в Республике Коми. Ограничимся дорожно-транспортными происшествиями и пожарами, пока не будем затрагивать крупные аварии, происходящие на угольных шахтах и нефтяных месторождениях.

Сегодня мы имеем ужасающую статистику, показанную на рис. 6.



Рис. 6. Статистика ДТП в Республике Коми

Анализ дорожно-транспортных происшествий за два года свидетельствует о том, что в 2015 г. произошло 1113 ДТП, а в 2016 г. их количество снизилось на 1,6% (рис. 7). Число выездов и число ДТП не соответствуют, это говорит о том, что для некоторых ДТП не было необходимости в выезде представителей медицины катастроф из-за того, что 100% людей погибли в аварии.

Рассмотрим конкретные ситуации дорожно-транспортных происшествий, произошедших в 2014 г.

Первый случай произошел 20.01.2014 г. **на трассе Сыктывкар-Эжва, 13 км.** Столкнулись несколько легковых автомобилей. 10 человек пострадало, 1 человек погиб.

Анализ 7 случаев ДТП в 2015 г. свидетельствует о 28 пострадавших в результате столкновения автотранспорта в различных населенных пунктах и гибели 13 человек (46 %).

Основная причина ДТП – пьяные водители, от которых пострадали 172 человека и погибло 24. Только в 2015 г. сотрудники ГИБДД выявили 5 069 нетрезвых водителей.

Проанализируем ситуацию с ДТП в г. Сыктывкаре, в котором зарегистрировано 88 тысяч единиц автотранспорта. Этот транспорт обеспе-

чил 7 738 ДТП, в 367 авариях пострадал 471 человек, погибло 17 человек. Очень печально, что в этих авариях пострадало 65 детей.

Оказание медицинской помощи в чрезвычайных ситуациях оказывает бригада медиков ГБУ РК «Территориальный центр медицины катастроф», располагающийся в г. Сыктывкаре по ул. Маркова. Кроме того, в Республике есть два филиала этого центра в г. Печоре и недавно открылся в г. Ухте.

КОЛИЧЕСТВО ДТП, ВЫЕЗДОВ НА ДТП И ПОГИБШИХ В ДТП НА ДОРОГАХ РК

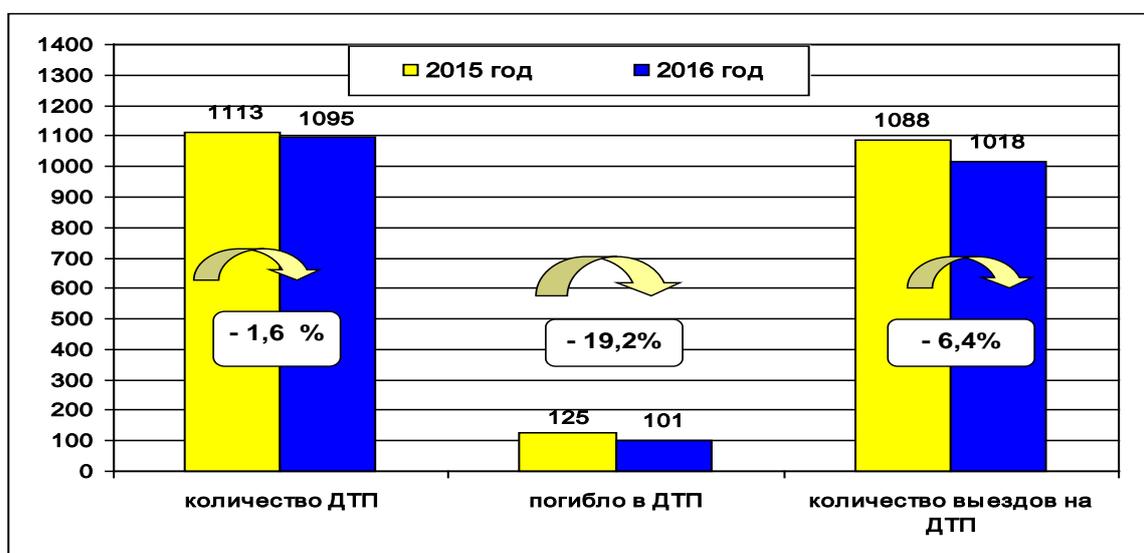


Рис. 7. Статистика ДТП на дорогах Республики Коми

По существу, процесс управления службой медицины катастроф — это информационный процесс, включающий три стадии:

- 1) получение необходимой информации об объектах управления;
- 2) переработка полученной информации и принятие на ее базе соответствующих решений;
- 3) постановка задач объектам управления и контроль за выполнением принятых решений [3].

При выполнении этих операций образуется замкнутый контур системы управления (рис. 8).

Учет и отчетность в системе Всероссийской службы медицины катастроф должна осуществляться всеми органами управления, формированиями и учреждениями, которые участвует в ликвидации ЧС. Учет и отчетность необходима для выявления корректного или некорректного использования сил и средств службы при ликвидации ЧС.

Первичными учетными документами являются извещение о ЧС, сопроводительный лист и журнал оперативного дежурного.

К отчетным годовым формам ВСМК относятся:

- сведения о деятельности учреждения здравоохранения;
- сведения о сети и кадрах службы медицины катастроф Минздрава России.



Рис. 8. Схема управления в службе медицина катастроф

Рассмотрим конкретные примеры.

ДТП на трассе Сыктывкар — Ухта, 81 км. Дата ЧС — 3 сентября 2015 г. Столкнулись два легковых автомобиля. Результат столкновения — 8 человек пострадали, 1 погиб. Для ликвидации последствий ЧС были вызваны 2 фельдшерских бригады из Усть-Вымской ЦРБ, Княжпогостской ЦРБ и специализированная бригада центра медицины катастроф. 3 человека пострадавших госпитализированы в Усть-Вымскую ЦРБ: 1 — амбулаторно, 1 — госпитализирован в хирургическое отделение (состояние удовлетворительное), 1 — в реанимационное отделение (состояние тяжелое), 4 — госпитализированы в Княжпогостскую ЦРБ в хирургическое отделение в состоянии средней степени тяжести.

Следующее **ДТП на трассе Ухта — Нижний Одес, 22 км.** Дата ЧС: 04.02.2015 г. Столкнулись два легковых автомобиля. Результат столкновения: 7 человек пострадали. Для ликвидации последствий ЧС было привлечено 1 медицинское формирование — фельдшерская бригада сельского поселения Н.-Одес. 6 человек госпитализированы, 1 человек направлен на амбулаторное лечение. Обошлось без жертв.

Третье **ДТП на автодороге Усинск — Харьяга, 29 км** (рис. 9). Для ликвидации последствий ЧС была вызвана 1 врачебная бригада г. Усинск, но было поздно, в живых никого не осталось.

Рассмотрим три пожара.

Первый пожар произошел в кирпичном доме в г. Ухта, ул. Ленина, д. 17, кв. 27. Дата ЧС: 20.01.2014 г. Пострадали 3 человека, из них 2 человека погибли. На вызов приехали 3 фельдшерские бригады г. Ухта. Госпитализирован 1 чел., погибли до приезда бригады 2 человека.

ЧС – ДТП: СТОЛКНОВЕНИЕ ЛЕГКОВОГО И ГРУЗОВОГО АВТОМОБИЛЕЙ	
	<ul style="list-style-type: none">• <u>Дата ЧС:</u> 09.03.2016 г.• <u>Место возникновения ЧС:</u> Республика Коми, Усинский р-он• <u>Наименование объекта, на котором возникло ЧС:</u> автодорога Усинск-Харьяга, 29 км• <u>Число пострадавших</u> - 2 чел.• <u>Число погибших</u> - 2 чел.
<p>Краткая характеристика работ по локализации и ликвидации последствий ЧС: 1 - врачебная бригада СП г. Усинск. Госпитализировано - 0, амбулаторно - 0</p> 	

Рис. 9. Анализ ДТП на автодороге Усинск – Харьяга

Второй пожар произошел в панельном доме г. Сыктывкара, ул. Маегова, д. 20, кв. 532. Дата ЧС: 31.10.2015 г. Число пострадавших — 6 чел., из них детей — 3, погибших нет.

На пожар выехали 3 фельдшерские бригады г. Сыктывкара, 1 педиатрическая бригада. 3-х детей госпитализировали в Детскую Республиканскую больницу, 2-х взрослых — в больницу Эжвы и 1 — в травмпункт.

Третий пожар произошел в деревянном доме в Усинском районе (рис. 10). 3 человека погибли, не могли установить ни пол, ни возраст.

В условиях дефицита времени при возникновении чрезвычайных ситуаций медицинскому персоналу необходимо сконцентрировать свое внимание на определенной последовательности действий для оказания медицинской помощи пострадавшим [4]. Предлагаются определенные алгоритмы действий в различных ситуациях. Например, алгоритм действий медицинского работника в очаге ЧС показан на рис. 11.

Алгоритм тактики выездной бригады при доставке пострадавших в лечебно-профилактическое учреждение (ЛПУ) выглядит иначе (рис. 12).

При оказании медицинской помощи пострадавшим с шокогенными повреждениями необходимо руководствоваться рядом принципов, среди которых самым главным является соблюдение правила «золотого часа».

Расчет значений индивидуального риска гибели людей от техногенных факторов, в сравнении с естественными, свидетельствует, что при автомобильных авариях он составляет 10^{-3} , а при пожарах – $4 \cdot 10^{-5}$.

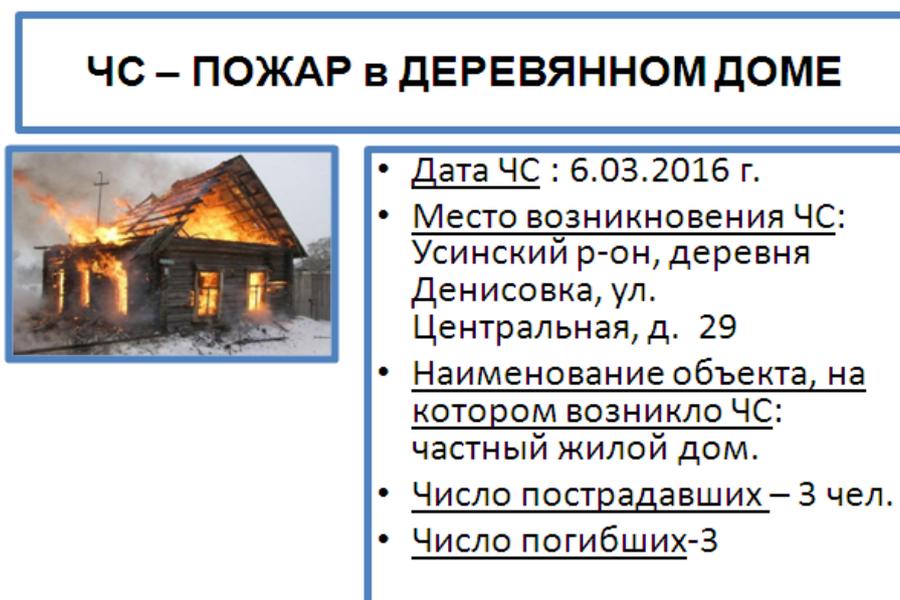


Рис. 10. Пожар в деревянном доме

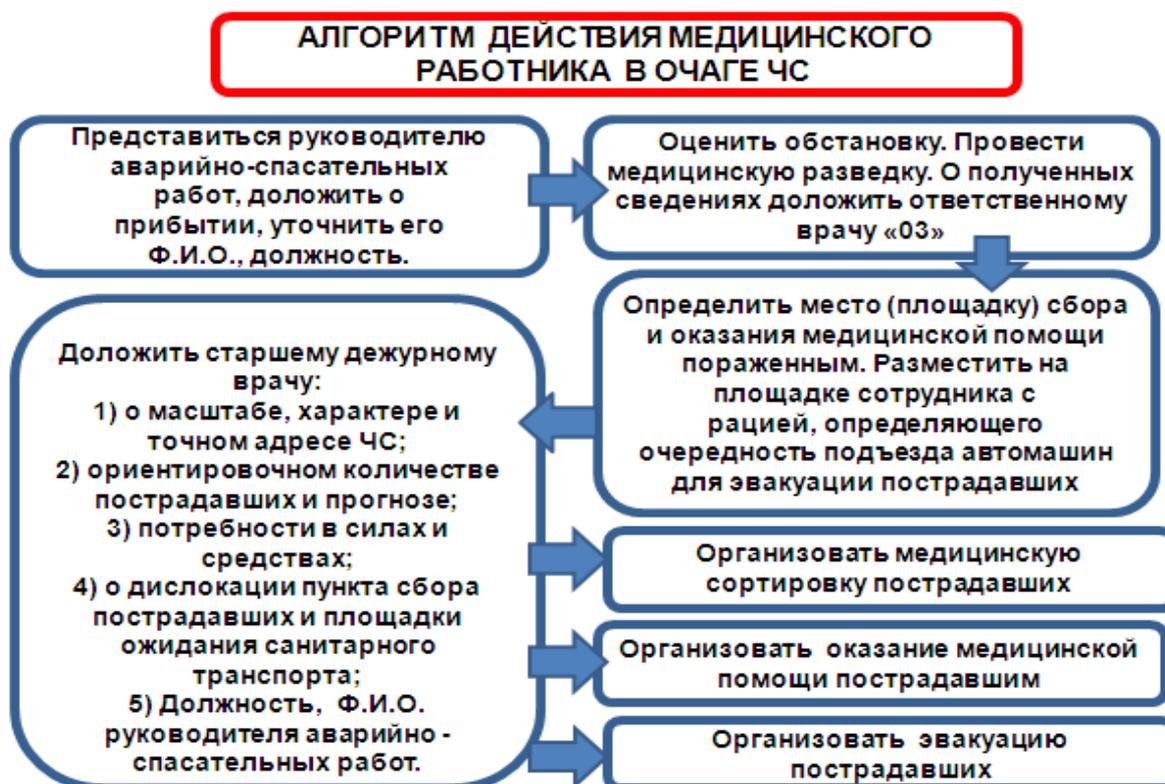


Рис. 11. Алгоритм действия медицинского работника в очаге ЧС



Рис. 12. Алгоритм тактики выездной бригады при доставке пострадавших в ЧС в лечебно-профилактическое учреждение

В завершение следует сказать, что:

1) анализ двух разновидностей техногенных ЧС — ДТП и пожаров — свидетельствует об их росте. Основная причина этих ЧС — человеческий фактор и пьянство;

2) за 10 лет в Республике Коми от ДТП погибло 1700 чел., получили увечья 20 тыс. чел.;

3) в г. Сыктывкаре только в 2015 г. водители 88 000 ед. автотранспорта создали 7 738 ДТП. в 367 авариях пострадал 471 чел., 17 чел. погибли.

При возникновении чрезвычайных ситуаций медицинскому персоналу подразделений ГБУ РК «Территориальный центр медицины катастроф» необходимо сконцентрировать свое внимание на определенной последовательности действий для оказания медицинской помощи пострадавшим. Предлагаются алгоритм действий медицинского работника в очаге ЧС и алгоритм тактики выездной бригады при доставке пострадавших в ЧС в лечебно-профилактическое учреждение.

Библиографический список

1. Конык, О. А. Экологические риски, аварии и чрезвычайные ситуации [Электронный ресурс] : учебное пособие : самостоятельное учебное электронное издание / О. А. Конык ; Сыкт. лесн. ин-т. — Электрон. дан. — Сыктывкар : СЛИ, 2018. — Режим доступа: <http://lib.sfi.komi.com>. — Загл. с экрана.

2. Вопросы Всероссийской службы медицины катастроф [Текст] : Постановление Правительства Российской Федерации от 28.02.1996 г. №195 // СПС «КонсультантПлюс» (дата обращения: 21.09.2018).

3. Медицина катастроф. Избранные лекции [Текст] / под ред. Б. В. Бобия. — Москва : ГЭОТАР-Медиа, 2012. — 432 с.

4. О защите жизни и здоровья населения Российской Федерации при возникновении и ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций, вызванных стихийными бедствиями, авариями и катастрофами [Текст] : постановление Правительства Российской Федерации от 03.05.1994 г. № 420 // СПС «КонсультантПлюс» (дата обращения: 21.09.2018).

УДК 002.8:34 (075.8)

Анализ обращения с отходами на территории МО ГО «Сыктывкар» свидетельствует об неудовлетворительном состоянии мест сбора отходов, системы вывоза и хранения отходов на свалке в м. Дырнос. Сроки эксплуатации полигона превышают нормативные в три раза. На полигон складировались отходы бумаги, картона, пластика, стеклотбой, которые являются вторичными материальными ресурсами. Расчет нормы накопления ТКО от жилого и нежилого секторов показал, что она составляет 122 тыс. т/год. Предлагается современная территориальная система управления отходами, включающая отдельный сбор отходов, установку новых контейнеров, строительство современных контейнерных площадок и мусоросортировочного завода.

Ключевые слова: твердые коммунальные отходы, обращение с отходами, система управления отходами, контейнеры, мусоросортировочный завод

О. А. Конык,

кандидат технических наук, доцент;

З. А. Рубан,

выпускница направления бакалавриата
«Энерго- и ресурсосберегающие процессы
в химической технологии, нефтехимии
и биотехнологии»
(Сыктывкарский лесной институт)

РАЗРАБОТКА ТЕРРИТОРИАЛЬНОЙ СХЕМЫ ОБРАЩЕНИЯ С ОТХОДАМИ В МО ГО «СЫКТЫВКАР»

Управление отходами в МО ГО «Сыктывкар» осуществляется на основании Правил обращения с твердыми коммунальными отходами (ТКО) на территории муниципального образования городского округа «Сыктывкар» от 28.02.2017 г. [1]. Деятельность администрации на территории города заключается в проведении региональной политики, организации работы по обращению с ТКО, разработке региональных программ, санитарной очистке мест размещения ТКО и удалению отходов.

Сбор ТКО в местах общего пользования производится в урны, контейнеры (для отходов, не подлежащих сортировке) и специальные контейнеры с маркировкой (различия по цветам), соответствующей собираемому компоненту ТКО: для ТКО — зеленые; для бумаги, картона — синие; для пластика — желтые; для опасных отходов (ртутьсодержащих и химических источников тока) — оранжевые (рис. 1).

Основным вариантом сбора ТКО из домовладений является система несменяемых контейнеров, которых на территории города установлено

около 1200 шт. при норме 2927 шт. Большинство площадок для сбора мусора не соответствуют требованиям, прописанным в Санитарных правилах содержания территорий населенных мест [2]. Примеры несоответствий обустройства контейнерных площадок нормативным требованиям представлены на рис. 2.



Рис. 1. Управление сбором отходов в МО ГО «Сыктывкар»



Рис. 2. Инвентаризация мест сбора отходов

Транспортировка отходов осуществляется на основании договоров, подписанных управляющими компаниями с исполняющей организацией. Для налаживания своевременности и полноты вывоза ТКО город формально делится на районы. Создаются графики забора мусора с учетом количества рейсов для каждого мусоровоза. Каждый график обслуживает определённую часть города, района. В графиках указаны все контейнерные площадки с указанием удобного подъезда к этим площадкам для мобильного выполнения работы. После заполнения мусоровоза в конце рейса, отходы вывозятся на полигон [3].

Отсутствует возможность вывоза ТКО из пгт. Седкыркеш и пос. Трехозёрка из-за ликвидации местных управляющих компаний и сезонности переправы через р. Вычегда. В связи с этим, с 2015 г. не могут быть утилизированы и/или захоронены 732 т отходов в год [4].

Полигон твёрдых коммунальных отходов, относящийся к городу Сыктывкару, находится в м. Дырнос. Общая площадь полигона составляет около 25 га (около 0,2 % от площади МО ГО «Сыктывкар»). Основная деятельность объекта размещения отходов — хранение. Объект включён в государственный реестр объектов размещения отходов 30.04.2015 г. приказом № 377. Эксплуатирующей организацией выступает ООО «Эко-технологии». Нормативный срок эксплуатации объектов размещения отходов — не более 15—20 лет. Хранение отходов в м. Дырнос началось в 1966 г., срок фактической эксплуатации свалки — 52 года (рис. 3).



Рис. 3. Складирование отходов на Дырносском полигоне ТКО

Целью данной работы является разработка территориальной схемы обращения с отходами в МО ГО «Сыктывкар».

Для решения поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

- 1) провести анализ существующей системы управления в сфере обращения с отходами в МО ГО «Сыктывкар»;
- 2) ознакомиться с источниками образования отходов в жилом и нежилом секторах МО ГО «Сыктывкар»;
- 3) провести анализ мест сбора и транспортировки ТКО;
- 4) рассчитать объёмы образования отходов в МО ГО «Сыктывкар», их морфологический состав;
- 5) предложить новую территориальную схему по обращению с отходами с учётом создания мусоросортировочного комплекса;
- 6) рассчитать капитальные вложения, рентабельность, прибыльность, окупаемость при реализации предлагаемой территориальной схемы.

К МО ГО «Сыктывкар» официально относятся Эжвинский район, пгт. Верхняя Максаковка, пгт. Краснозатонский, пгт. Седкыркещ, пос. Трехозерка, пос. Верхний Чов, пос. Нижний Чов и микрорайоны (Дырнос, Кочпон, Чит, Орбита, Лесозавод).

В Сыктывкаре на конец 2016 г. проживало 245 тыс. чел., в Эжвинском районе — 60 тыс. чел., в пгт. Краснозатонский — около 8, 5 тыс. чел., в пгт. Верхняя Максаковка — более 4 тыс., а в пгт. Седкыркещ — почти 2 тыс. чел. В лесной промышленности работает 12,6 % от числа работающего населения. В отрасли строительства и транспорта и связи работает 10,2 % от числа работающего населения

Источниками образования ТКО в жилом секторе являются индивидуальные и многоквартирные дома, коммунальные службы (снос зданий, уборка улиц), небольшие учреждения и магазины, которые пользуются мусорными площадками многоквартирных домов. Источники образования ТКО и крупногабаритных отходов в нежилом секторе: предприятия пищевой промышленности и сбыта; предприятия строительной промышленности; предприятия лесоперерабатывающей промышленности; предприятия полиграфии.

Расчёт нормы накопления ТКО производился согласно методическим указаниям «Схема санитарной очистки района города» [5]. В жилом секторе МО ГО «Сыктывкар» образуется 87 тыс. т отходов в год, в нежилом секторе — 35 тыс. т в год (рис. 4).

Количество образования ТКО представлены на рис. 5. Наглядно видно, что объёмы отходов напрямую зависят от численности населения и количества промышленный предприятий. В связи с этим, лидерами по образованию ТКО являются г. Сыктывкар и Эжвинский район. Морфологический состав ТКО зависит, как от источника образования (жилой фонд или объек-

ты инфраструктуры), так и экономических условий, численности населения городов, а также климатических условий населенных мест (рис. 5).

Пример и результаты расчёта сбора вторичного сырья через сеть приёмных пунктов показаны на рис. 6. При заинтересованности населения в сортировке, равной 40 %, количество отходов, собранных селективно, может достичь почти 49 тыс. т в год.

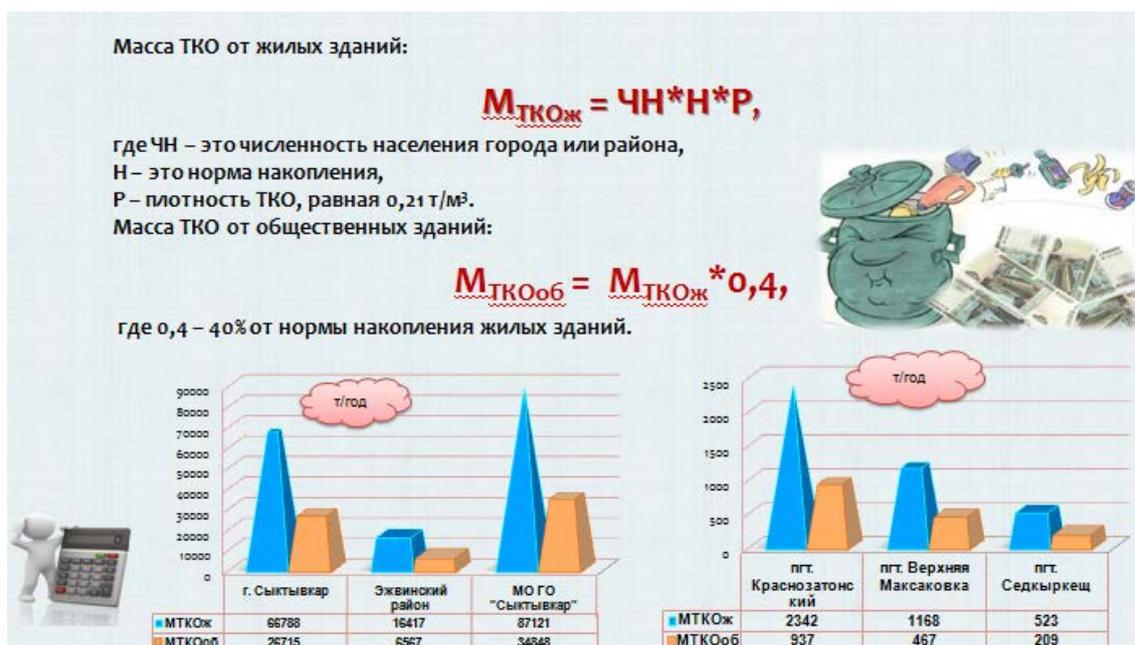


Рис. 4. Расчет нормы накопления ТКО от жилого и нежилого секторов



Рис. 5. Количество образования ТКО в МО ГО «Сыктывкар»

Проведенный анализ и расчеты позволяют предложить территориальную схему управления отходами, включающую новую систему сбора ТКО

и строительство мусоросортировочного завода (рис. 7). При этом территориальная схема транспортировки отходов останется та же, так как нынешняя удовлетворяет потребности города. Для ликвидации запущенности контейнерных площадок будет установлено расчетное количество контейнеров общего и раздельного сбора отходов.

Расчёт необходимого количества контейнеров приведен на рис. 8. Для расчётов периодичность удаления отходов — 1 раз в сутки, а объёмы контейнера взяты стандартные и наиболее востребованные — 0,75 м³. Муниципальному образованию потребуется около 3 тыс. современных контейнеров.



Рис. 6. Расчет сбора вторичного сырья через сеть приемных пунктов

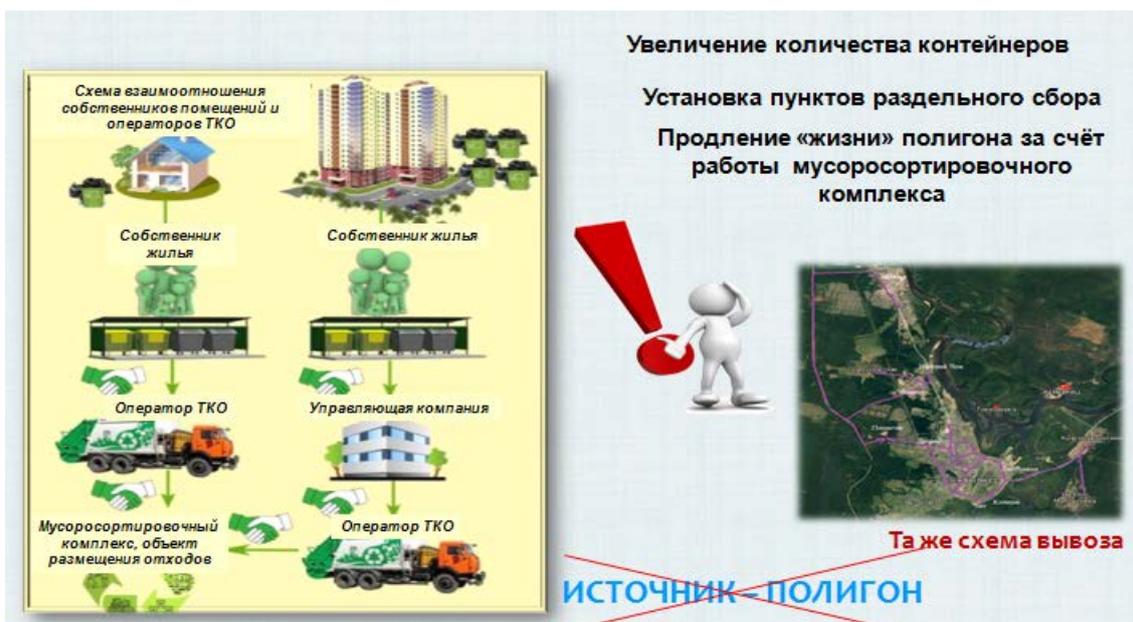


Рис. 7. Новая система управления отходами

Расчёт количества контейнерных площадок соответствует количеству контейнеров, делённое на 3, т. е. усредненное количество контейнеров на одной площадке. Всего для городского округа Сыктывкар нужно 976 площадок.

Для обеспечения Сыктывкара своевременным и полным вывозом отходов требуется 17 мусоровозов, с учётом того, что в пгт. Верхняя Максаковка вывоз будет производиться вместе с пгт. Краснозатонский, а в пгт. Седкыркещ вывоз будет с использованием переправы через р. Вычегда, хотя бы раз в 10 дней (рис. 10).



Рис. 8. Расчет количества контейнеров под отходы



Рис. 9. Расчет контейнерных площадок



Рис. 10. Расчет потребности в мусоровозах

Для сортировки мусора, переработки крупногабаритных отходов и в целом уменьшения объёмов образования отходов, планируется построить мусоросортировочный комплекс (МСК) производительностью до 60 000 т/год с режимом работы в две смены. Для поступления отходов в мусоросортировочный комплекс, ТКО с мусоровозов выгружаются на бетонную площадку, крупногабаритные отходы переносятся на специальную площадку для работы с ними, оставшиеся ТКО погрузчиком смещаются на погрузочную часть конвейера, откуда отходы поднимаются на сортировочную линию. На платформе установлены посты операторов для сортировки мусора. За каждым оператором закреплён определённый вид вторсырья, который вручную сбрасывается через люк. Из люка отходы попадают либо в бункер, либо в горизонтальный пресс в зависимости от вида отхода. После отделения полезных фракций на сортировке ТКО, оставшая часть подаётся на реверсивный ленточный конвейер, откуда ТКО сбрасывается в горизонтальный пресс, расположенный по обе стороны от конвейера. Спрессованные «хвосты» вывозятся из МСК на полигон погрузчиками (рис. 11) [6].

Основное оборудование мусоросортировочного комплекса и его стоимость показаны на рис. 12.

После прохождения всех стадий на мусоросортировочной линии и отделения полезных фракций, они будут отправляться на продажу либо на перерабатывающие заводы, либо на промышленные предприятия как один из компонентов производства. Несортированная макулатура будет направляться на предприятие по производству санитарно-гигиенических изделий — ОАО «Сыктывкар Тиссю Груп». Стеклобой несортированный будет

направляться на площадку в г. Череповец в ООО «Русская компания «Яр-Легион». Полигонные несортированные ПЭТ бутылки будут продаваться АО «Комитекс».



Рис. 11. Мусоросортировочный комплекс



Рис. 12. Основное оборудование мусоросортировочного комплекса

Ежегодно на МСК предусматривается сортировка 46 410 т полезных фракций отходов. Прибыль от продажи вторичного сырья составит

98 680 500 руб./год. С учётом ежемесячных затрат ежемесячная чистая прибыль составит 5 900 000 руб. При рассчитанной чистой ежемесячной прибыли срок окупаемости мусоросортировочного комплекса составит 4,38 месяца.

Таким образом, выявлено, что существующая территориальная схема обращения с отходами в МО ГО «Сыктывкар» не удовлетворяет потребностям города. Необходимо увеличить количество контейнерных площадок, решить проблему с вывозом отходов из пгт. Седкыркеш и пос. Трёхозёрка. Требуется проводить воспитательные беседы в школе и информировать взрослое население для увеличения эффективности накопления отходов через пункты раздельного сбора. Предложено строительство МСК на территории МО ГО «Сыктывкар». Эксплуатация МСК позволит снизить объёмы вывоза отходов на полигон, вводить в производственный оборот отсортированные полезные фракции ТКО, а также снизит негативное воздействие на окружающую среду.

Библиографический список

1. Правила обращения с твёрдыми коммунальными отходами на территории муниципального образования городского округа «Сыктывкар» [Текст] : [док. внутреннего пользования] / Администрация МО ГО «Сыктывкар». — Сыктывкар, 2014. — 24 с.
2. Санитарные правила содержания территорий населенных мест [Электронный ресурс] : СанПиН 42-128-4690-88; утв. Гл. гос. санитарным врачом СССР 05.08.1988 № 4690-88 // СПС «КонсультантПлюс» (дата обращения: 15.09.2018).
3. Обращение с отходами производства и потребления на территории муниципального образования городского округа «Сыктывкар» [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <http://сыктывкар.рф/attachments/article/14257/ДЦП%20Отходы.pdf> (дата обращения: 21.09.2018).
4. Сам себе полигон: в сыктывкарском посёлке Седкыркеш несколько месяцев не вывозится мусор [Электронный ресурс] // КомиОнлайн новости. — Режим доступа: <http://komionline.ru> (дата обращения: 12.09.2018).
5. Конык О.А. Городская экология : учебное пособие / О. А. Конык. — Сыктывкар : СЛИ, 2017. — 180 с.
6. Компоновка производственной линии сортировки отходов [Электронный ресурс] // Студенческая библиотека онлайн. — Режим доступа: <http://studbooks.net> (дата обращения: 23.05.2017).

УДК 331.101

В соответствии со статьей 212 Трудового кодекса Российской Федерации работодатель обязан обеспечить на всех рабочих местах безопасные условия труда, которые подтверждаются результатами специальной оценки условий труда (СОУТ). В производственном отделении «Южные электрические сети» СОУТ была проведена на 663 рабочих местах 755 работников. Анализ результатов СОУТ свидетельствует, что наиболее вредными и опасными производственными факторами в подразделениях «Службы воздушных линий» и «Службы механизации и транспорта» являются шум, общая и локальная вибрация, химический фактор, ультрафиолетовое излучение. Наибольший ущерб здоровью работников в службе воздушных линий наносится фактором «Шум» от 29 до 63 суток СППЖ в год, в службе механизации и транспорта – фактором «Общая вибрация» от 12 до 42 суток СППЖ в год. Для решения проблем предлагается ряд мероприятий, компенсации и льготы.

Ключевые слова: специальная оценка условий труда, вредные и (или) опасные факторы производственной среды, электроэнергетика, рабочие места, классы условий труда.

О. А. Конык,

кандидат технических наук, доцент;

Н. И. Соколова,

выпускница направления бакалавриата

«Техносферная безопасность»

(Сыктывкарский лесной институт)

**СПЕЦИАЛЬНАЯ ОЦЕНКА УСЛОВИЙ ТРУДА
В ПРОИЗВОДСТВЕННОМ ОТДЕЛЕНИИ «ЮЖНЫЕ
ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ СЕТИ» ФИЛИАЛА
ПАО «МРСК СЕВЕРО-ЗАПАДА» «КОМИЭНЕРГО»**

Электроэнергетика – отрасль энергетики, включающая в себя производство, передачу и сбыт электроэнергии.

Структура электроэнергетики достаточно сложна. Она включает нескольких групп компаний и организаций, каждая из которых выполняет определённую отведённую ей отдельную функцию. К ним относятся:

1. Компании, осуществляющие управление режимами единой энергосистемы России.
2. Генерирующие компании оптового рынка.
3. Электросетевые компании, которые осуществляют передачу и распределение электрической энергии
4. Энергосбытовые компании, которые занимаются продажей электрической и тепловой энергии потребителям.

Филиал ПАО «МРСК Северо-Запада» «Комиэнерго» является одной из самых крупных распределительных электросетевых компаний. В структуру данной компании входит производственное отделение «Южные электрические сети», которое обеспечивает передачу и распределение электроэнергии в административные районы (рис. 1).



Рис. 1. Передача и распределение электроэнергии ПО «Южные электрические сети» по территориальным распределительным сетям

Организационная структура предприятия достаточно сложная со множеством подразделений. Штатная численность отделения составляет 755 работников.

Работодатель обязан обеспечить на всех рабочих местах безопасные условия труда, в соответствии со статьей 212 Трудового кодекса Российской Федерации, которые подтверждаются результатами специальной оценки условий труда (СОУТ) [1].

В связи с этим, цель данной работы провести СОУТ и проанализировать воздействие вредных и (или) опасных факторов производственной среды на работников подразделений «Службы воздушных линий» и «Службы механизации и транспорта».

Порядок проведения СОУТ описан в 426-ФЗ от 28.12.2013 г. [2], а методика ее проведения описана в Приказе Минтруда № 33н от 24.01.2014 г. [3]. По окончании СОУТ рабочим местам присваиваются классы условий труда по степени вредности и опасности, устанавливаются компенсации и

льготы за работу во вредных и (или) опасных условиях труда, планируются необходимые мероприятия по улучшению этих условий (рис. 2) [4].

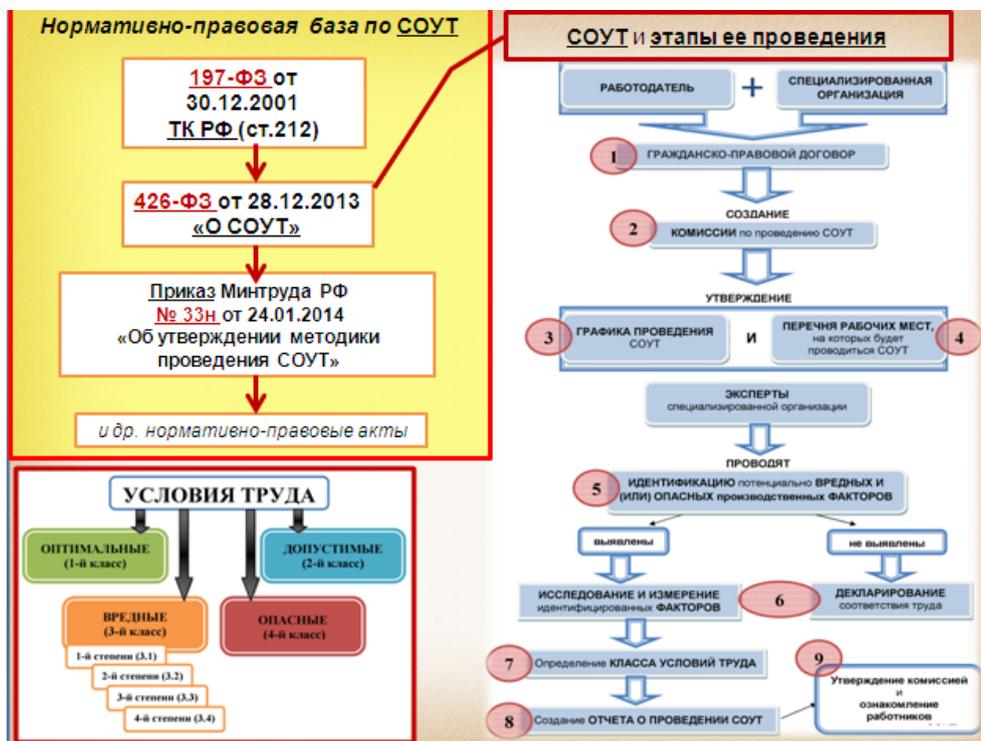


Рис. 2. Нормативно-правовая база и этапы проведения СОУТ

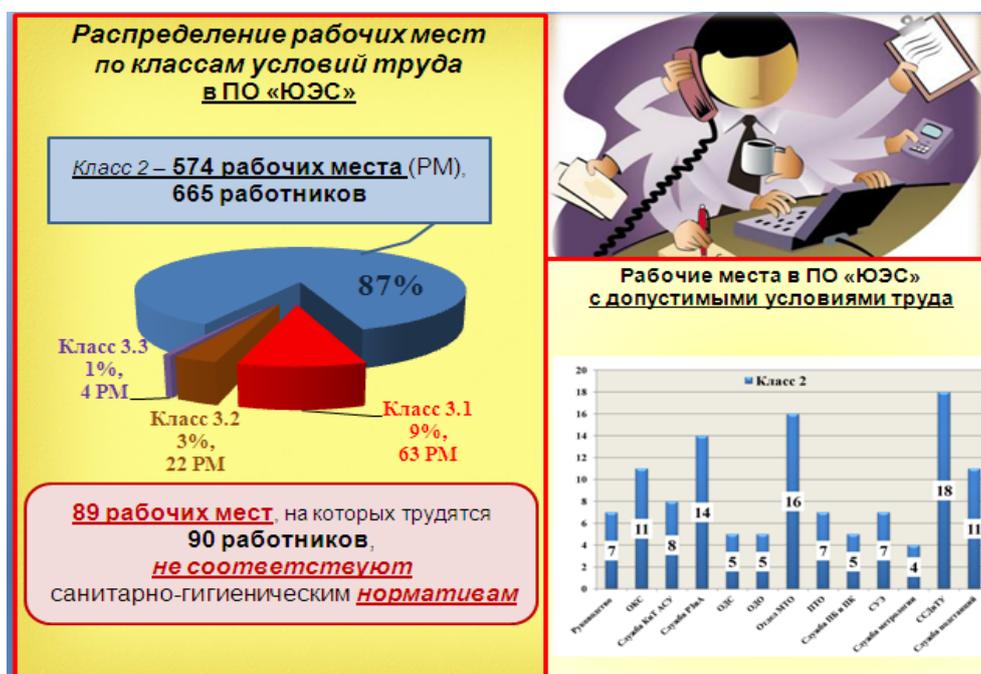


Рис. 3. Распределение рабочих мест по классам условий труда в ПО «ЮЭС»

СОУТ была проведена во всех подразделениях предприятия, т. е. на 663 рабочих местах 755 работников. Как видно на круговой диаграмме, абсолютное большинство рабочих мест (87 %) было отнесено к 2 (допустимому) классу условий труда, т.е. условия труда на них признаны соответствующими гигиеническим нормативам. 9% рабочих мест отнесено к классу 3.1 (вредные 1 степени), 3 % — к классу 3.2 (вредные 2 степени), и еще 1% - к классу 3.3 (вредные 3 степени). Рабочих мест с классом условий труда 3.4 и 4 выявлено не было.

Распределение рабочих мест по классам условий труда в подразделениях ПО «ЮЭС» показано на рис. 4.

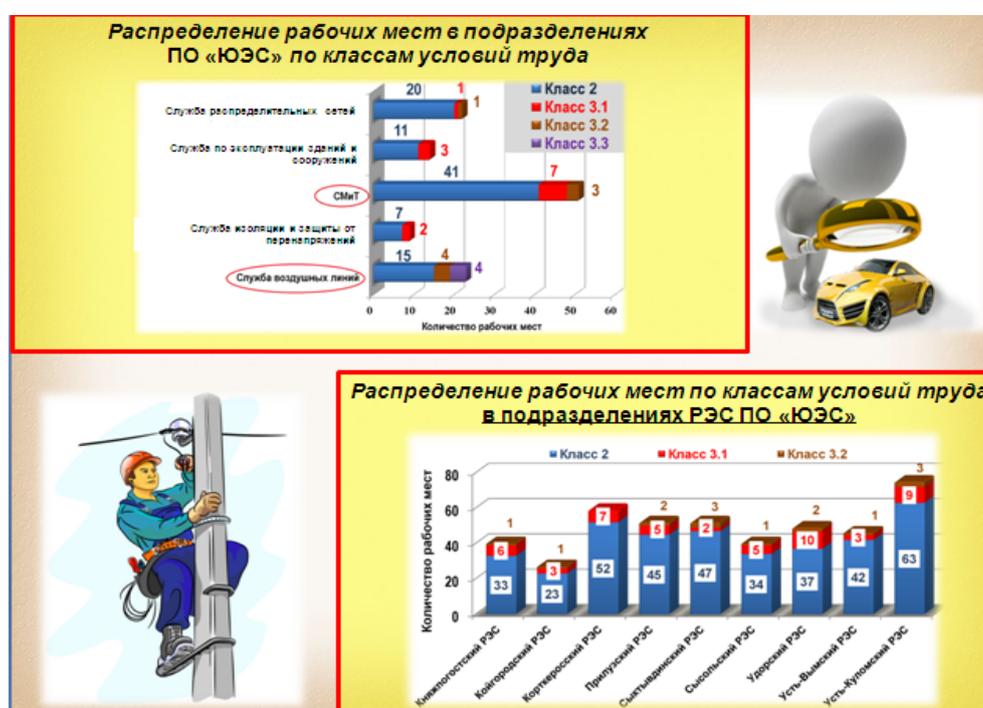


Рис. 4. Распределение рабочих мест по классам в подразделениях ПО «ЮЭС»

В службе воздушных линий СОУТ проводили на 23 рабочих местах для 23 работников, из которых большинство — 15 РМ отнесено к 2 (допустимому) классу условий труда. К 3.2 и 3.3 классу условий труда отнесено по 4 рабочих места. Наиболее вредными и опасными производственными факторами в данном подразделении являются шум, общая вибрация, АПФД, химический фактор, УФИ (рис. 5).

Уровень шума превышает допустимые нормы на 6,5-20,2 дБ на рабочих местах трактористов и водителей вездеходов (рис. 6).

Уровень общей вибрации превышает допустимые нормы на 6 рабочих местах на 1—8 дБ (рис. 7).

Показатели вредных веществ в воздухе рабочей зоны не соответствует гигиеническим нормативам на рабочем месте электрогазосварщика. На

данном рабочем месте превышены максимальные концентрации марганца в сварочных аэрозолях в 1,16 раза (рис. 8).



Рис. 5. Распределение рабочих мест по классам условий труда в службе воздушных линий

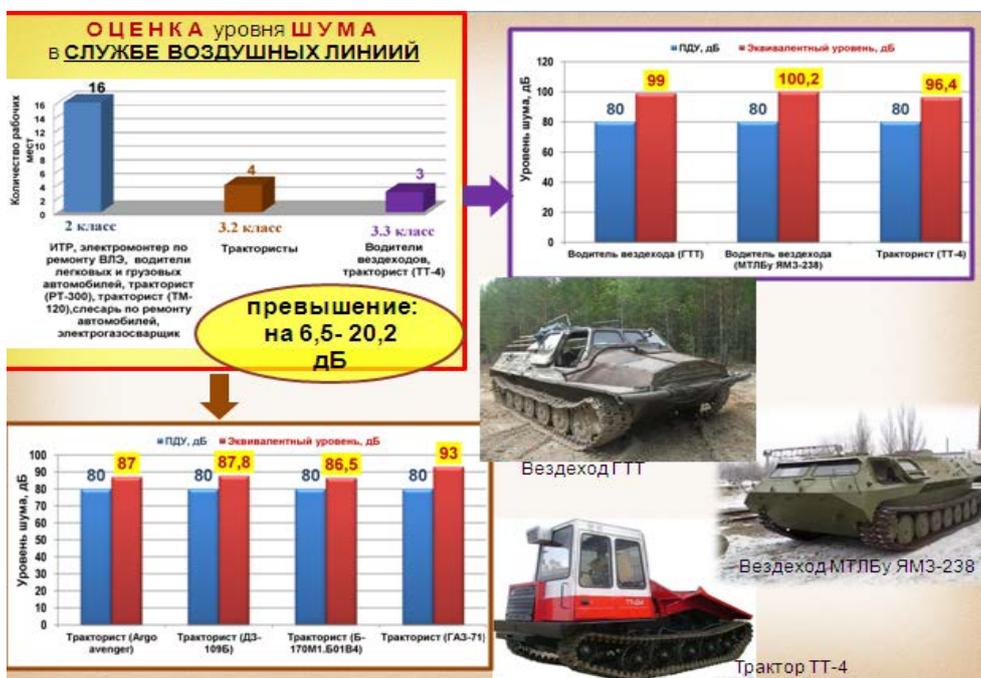


Рис. 6. Оценка уровня шума на рабочих местах службы воздушных линий



Рис. 7. Оценка уровня общей вибрации на рабочих местах службы воздушных линий

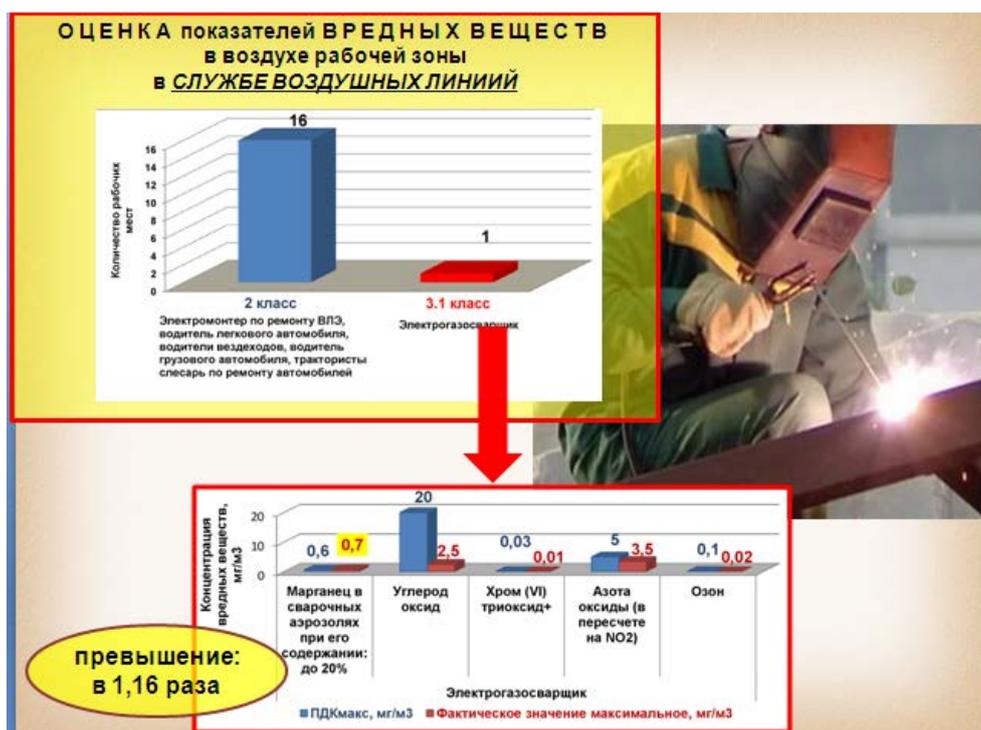


Рис. 8. Оценка показателей вредных веществ в воздухе рабочей зоны службы воздушных линий

В службе механизации и транспорта СОУТ проведена на 41 рабочем месте 41 работника. В ходе проведения СОУТ было выявлено, что большинство рабочих мест (31 рабочее место) относится к 2 (допустимому) классу условий труда. К классу 3.1 — 7 рабочих мест и к классу условий труда 3.2 относятся 3 рабочих места. Наиболее вредными и опасными про-

изводственными факторами в данном подразделении являются шум, общая и локальная вибрация, химический фактор, ультрафиолетовое излучение.

Уровень шума превышает гигиенические нормативы на 2,3—3,5 дБ на рабочих местах слесаря-ремонтника и тракториста (рис. 9).



Рис. 9. Оценка уровня шума в службе механизации и транспорта

Уровень общей вибрации превышает допустимые уровни на 6 рабочих местах на 1—10 дБ. Уровень локальной вибрации превышает допустимые гигиенические нормативы на рабочем месте маляра на 1 дБ при работе с краскопультом (рис. 10).

Показатели вредных веществ в воздухе рабочей зоны не соответствует гигиеническим нормативам на 4 рабочих местах.

На рабочем месте маляра максимальная концентрация метилбензола превышает допустимую норму в 1,16 раза, на рабочем месте водителя автомобиля (КрАЗ-255Б) максимальная концентрация оксидов азота превышает допустимую норму в 1,2 раза, на рабочем месте электросварщиков ручной сварки максимальная концентрация марганца в сварочных аэрозолях превышает допустимую норму в 1,16 раза (рис. 11).

После проведения СОУТ на рабочих местах в ПО «Южные электрические сети» Испытательной лабораторией АО «Клинский институт охраны и условий труда» был предложен перечень рекомендуемых мероприятий по улучшению условий труда. Для защиты от вредного воздействия шума предложено использование СИЗ органов слуха и шумоизоляция капота. Для защиты от вредного воздействия локальной вибрации предложено использование СИЗ от вибрации (виброзащитные перчатки).

Секция «ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ
ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ РЕСПУБЛИКИ КОМИ»

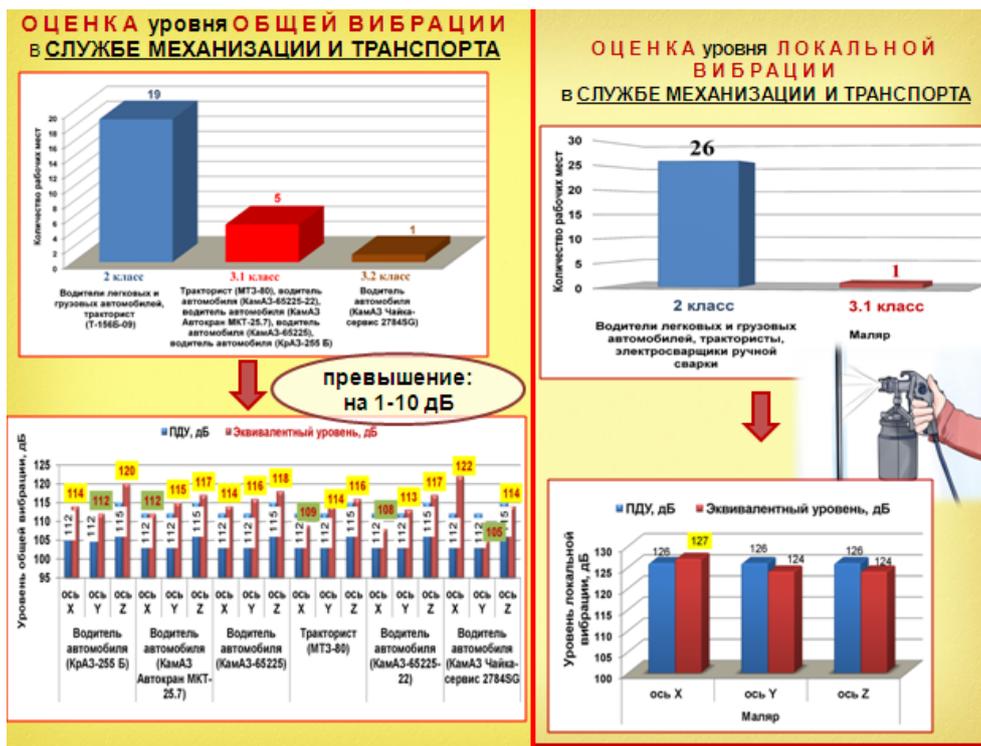


Рис. 10. Оценка уровней общей и локальной вибрации в службе механизации и транспорта

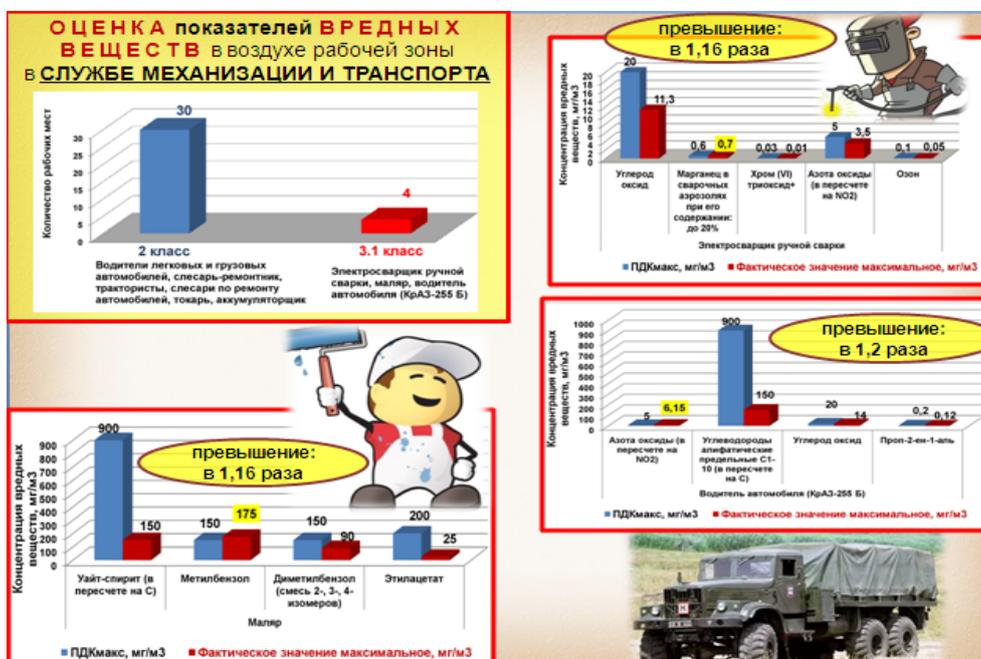


Рис. 11. Оценка показателей вредных веществ в воздухе рабочей зоны службы механизации и транспорта

Для защиты от вредного воздействия общей вибрации было предложено использование СИЗ от вибрации, соблюдение режимов труда и отдыха, прохождение медицинских осмотров.

Для защиты от вредных веществ в рабочей зоне предложены такие мероприятия, как использование СИЗ органов дыхания, увеличение времени перерывов, обеспечение исправно работающей местной вытяжной вентиляцией и проверка автомобиля на предмет наличия технических неисправностей, приведших к негерметичности в кабине.

Для предотвращения или уменьшения воздействия на работников вредных и (или) опасных производственных факторов, а также для защиты от загрязнения работникам выдаются средства индивидуальной защиты в соответствии с Положением о порядке обеспечения работников ПАО «МРСК Северо-Запада» специальной одеждой, обувью и другими средствами индивидуальной защиты.

Согласно статьям Трудового кодекса РФ для работников, занятых на работах с вредными условиями труда устанавливаются такие гарантии и компенсации, как сокращенная продолжительность рабочего времени, дополнительный оплачиваемый отпуск, повышенный размер оплаты труда, выдача молока, досрочная трудовая пенсия по старости. По результатам СОУТ установлены минимальные размеры социально-экономических компенсаций за причиняемый вред здоровью работников, которые должны выдаваться работодателем законодательству РФ (рис. 12).



Рис. 12. Гарантии и компенсации работников по результатам специальной оценки условий труда

В результате систематического воздействия вредных факторов различной природы организму наносится скрытый ущерб, осознание которого наступает, к сожалению, слишком поздно, в момент, когда проявляются явные признаки заболевания и когда исправить ситуацию профилактическими мерами уже нельзя.

Для оценки скрытого ущерба здоровью, наносимого вредными и (или) опасными факторами производственной среды, в данной работе воспользовались методикой количественной оценки ущерба здоровью. Величина ущерба измеряется временем сокращения продолжительности жизни за год (в сутках). На рис. 13 показан пример расчета скрытого ущерба здоровью тракториста (ТТ-4), работающего в подразделении «Служба воздушных линий».



Рис. 13. Расчет ущерба, нанесенного здоровью работников службы воздушных линий, воздействием на них вредных и опасных факторов

В службе воздушных линий наибольший ущерб здоровью наносится фактором «Шум» от 29 до 63 суток СППЖ в год, в службе механизации и транспорта наибольший ущерб наносится фактором «Общая вибрация» от 12 до 42 суток СППЖ в год (рис. 14).

Анализ результатов СОУТ показывает, что необходимо уделить особое внимание разработке успешных мероприятий, направленных на уменьшение воздействия уровня шума и уровня вибрации на работников служб.

Основными мероприятиями для борьбы с шумом, возникающим при работе на транспорте, являются шумоизоляция капота, салона; применение индивидуальных средств защиты (наушники, беруши); проведение плановых и профилактических ремонтов техники.

Уменьшить вибрацию в источнике образования можно с помощью проведения плановых и профилактических ремонтов транспортного средства, которые должны включать балансировку карданных валов, колес, проверку работы цилиндров, подушек крепления двигателя, смазочные операции. Уменьшить вибрацию на пути распространения можно добиться при помощи шумо-виброизоляции кабины.



Рис. 14. Ущерб, нанесенный здоровью работников на предприятии

Целесообразно предложить применение качественного виброзащитного сиденья с пневматической подвеской для обеспечения удобной рабочей позы и снижения вредного воздействия вибрации (рис. 15). Сиденье с пневматической подвеской позволяет приблизить частоту собственных колебаний к 1 Гц, что соответствует спокойной ходьбе и наиболее привычно для человека. Для сидящего человека резонансный пик попадает на частоты 4-6 Гц, но при частоте вынуждающей силы $f_e = 4 \text{ Гц}$ и частоте собственных колебаний пневмосиденья 1 Гц, вибрация на сиденье снизится на 23,5 дБ, соответственно, можно добиться уменьшения уровня общей виб-

рации, передаваемое на кресло, до ПДУ и меньше. Использование данных сидений также снизит простой транспортного средства и увеличит производительность труда.

Таким образом, оценка воздействия вредных и (или) опасных факторов производственной среды на работников подразделений «Службы воздушных линий» и «Службы механизации и транспорта» в производственном отделении «Южные электрические сети» филиала ПАО «МРСК Северо-Запада» «Комиэнерго» показывает, что наиболее вредными и опасными производственными факторами в данных подразделениях являются шум, общая и локальная вибрация, АПФД, химический фактор, УФИ.

Расчеты ущерба здоровью работников данных подразделений с помощью методики количественной оценки свидетельствуют, что продолжительность их жизни сокращается от 7 до 64 суток в год. Наибольший ущерб здоровью в службе воздушных линий наносится фактором «Шум» от 29 до 63 суток СППЖ в год, в службе механизации и транспорта – фактором «Общая вибрация» от 12 до 42 суток СППЖ в год. В связи с этим, необходимо уделить особое внимание разработке успешных мероприятий, направленных на уменьшение воздействия уровня шума и уровня вибрации в службе воздушных линий и в службе механизации и транспорта.



Рис. 15. Виброзащитное сиденье с пневматической подвеской для снижения вредного воздействия вибрации

Библиографический список

1. Трудовой кодекс Российской Федерации [Электронный ресурс] : фед. закон от 30.12.2001 № 197-ФЗ // СПС «КонсультантПлюс» (дата обращения: 21.09.2018).
2. О специальной оценке условий труда [Электронный ресурс] : федер. закон от 28.12.2013 №426-ФЗ // СПС «КонсультантПлюс» (дата обращения: 21.09.2018).
3. Об утверждении методики проведения специальной оценки условий труда, классификатора вредных и (или) опасных производственных факторов, формы отчета о проведении специальной оценки условий труда и инструкции по ее заполнению [Электронный ресурс] : утв. приказ Минтруда и соцзащиты РФ от 24.01.2014 №33н // СПС «КонсультантПлюс». – (Дата обращения: 21.09.2018).
4. Конык, О. А. Специальная оценка условий труда [Электронный ресурс] : учебное пособие : самостоятельное учебное электронное издание / О. А. Конык ; Сыкт. лесн. ин-т. — Электрон. дан. — Сыктывкар : СЛИ, 2018. — Режим доступа: <http://lib.sfi.komi.com>. — Загл. с экрана.

УДК 658.567.1

Рассмотрены вопросы обеспечения экологической безопасности при обращении с отходами. Проанализирована система обращения с отходами различных классов опасности.

Ключевые слова: экологическая безопасность, отходы, утилизация отходов.

И. Н. Полина,
кандидат химических наук, доцент;
М. В. Миронов,
кандидат химических наук, доцент
(Сыктывкарский лесной институт)

ОБЕСПЕЧЕНИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ ОБРАЩЕНИИ С ОТХОДАМИ НА ПРЕДПРИЯТИИ СП АО «КОМИАВИАТРАНС» «АЭРОПОРТ СЫКТЫВКАР»

Авиация является одним из существенных источников загрязнения окружающей среды, влияя главным образом на экологию верхней тропосферы и нижней стратосферы. Воздух в аэропортах загрязнен такими веществами как оксиды углерода, азота, серы, углеводородами и взвешенными веществами, образующимися в результате работы двигателей и сжигания авиационного топлива [1]. Помимо этого, в аэропортах — местах постоянной дислокации воздушных судов — образуются отходы различных классов опасности как результат обеспечения полётов, ремонта и содержания судов, обслуживания и ремонта зданий на территории комплекса, деятельности автомобильного транспорта и воздушных судов. Объемы перевозок через аэропорты России представлены на рис. 1 и 2.

АО «Комиавиатранс» создано в 1998 г. на базе Государственного авиационного предприятия «Комиавиа». Парк воздушных судов авиапредприятия состоит из тридцати двух вертолетов Ми-8 различных модификаций (Ми-8МТВ, Ми-8АМТ, Ми-8Т), тридцати трех вертолетов Ми-2, четырех ВС типа L-410 и пяти ВС типа Embraer ERJ-145. Компания осуществляет перевозку пассажиров, багажа, почты и грузов; транспортировку грузов на внешней подвеске; строительно-монтажные работы; лесоавиационные работы; транспортное обслуживание населения в труднодоступных районах [2]. Аэропорт Сыктывкар является филиалом АО «Комиавиатранс». В процессе производственной деятельности филиала СП АО «Комиавиатранс» структурного подразделения Аэропорт Сыктывкар образуются отходы производства и потребления 37 наименований, всех классов опасности общим объемом 1 301,569 т (рис. 3 и 4).

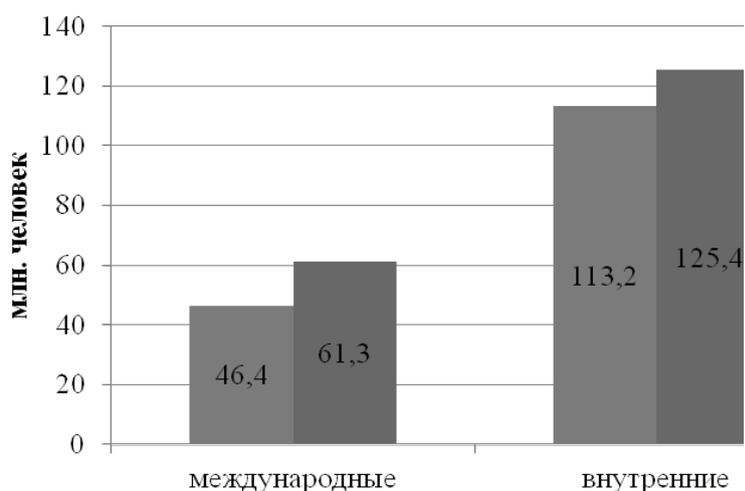


Рис. 1. Объемы пассажирских перевозок на международных и внутренних линиях в аэропортах России 2016—2017 гг. [3]

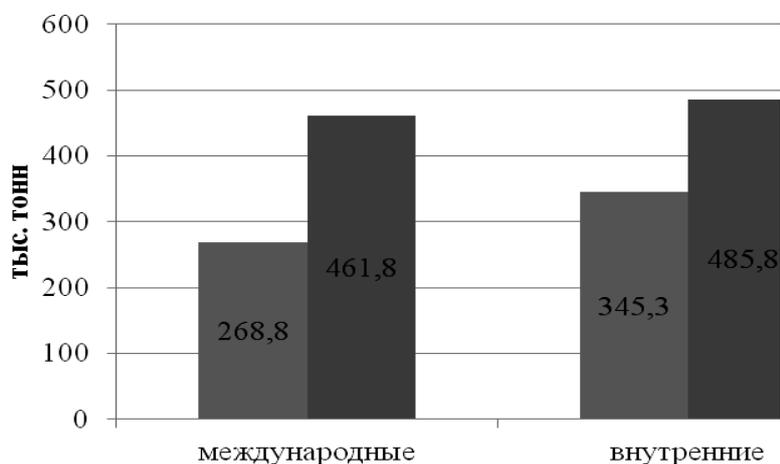


Рис. 2. Объемы грузоперевозок на международных и внутренних линиях в аэропортах России 2016—2017 гг. [3]

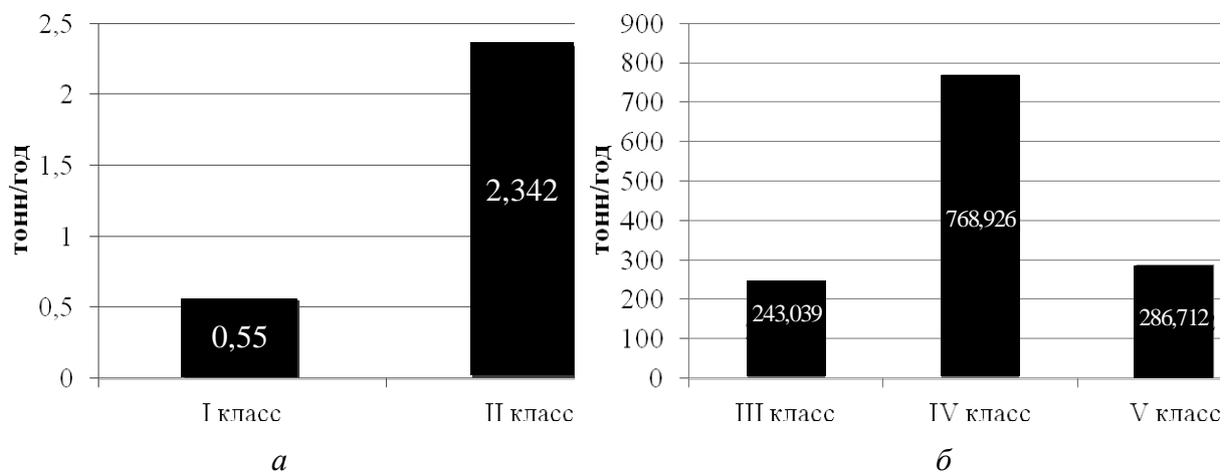


Рис. 3. Объемы образования отходов производства и потребления:
а — I и II классов опасности; *б* — III и IV классов опасности

В наибольшем количестве образуются отходы IV класса опасности, перечень основных представителей которого представлен на рис. 4. Всего 11 наименований. I класс представлен отходами ртутных ламп, II класс — отработанные свинцовые аккумуляторы, III класс — отходы масел различного происхождения, обтирочный материал, V класс — пищевые отходы, отходы бумаги и картона, бой стекла и другие отходы.

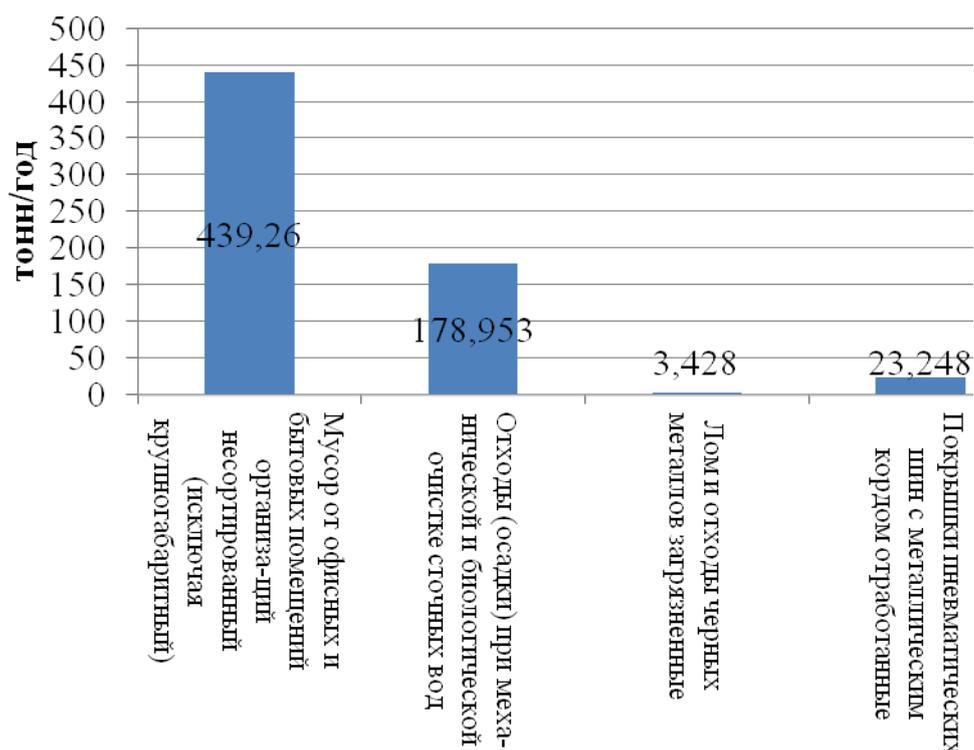


Рис. 4. Объемы образования основных отходов IV класса опасности

При организации объектов хранения отходов сроком до 3 лет предприятием приняты меры по обеспечению экологической безопасности. Оборудование этих объектов хранения проведено с учетом класса опасности, физико-химических свойств, реакционной способности образующихся отходов, а также с учетом требований соответствующих ГОСТов и СНиП.

Большинство отходов передаются для захоронения или переработки сторонним специализированным организациям, таким как ООО «Эко-спектр», ГКУ РК «Управление ППС и ГЗ», ООО «Могучий Слон» и другим. Частично образующиеся отходы используются предприятием. Отходы минеральных моторных масел применяются в качестве смазки, камеры пневматических шин — в качестве прокладок и т.д.

В целом, деятельность предприятия соответствует всем требованиям к экологической безопасности при обращении с отходами.

Библиографический список

1. Иванова, А. Р. Влияние авиации на окружающую среду и меры по ослаблению негативного воздействия [Текст] / А. Р. Иванова // Труды Гидрометцентра России. — 2017. — Вып. 365. — С. 5—14.
2. Аэропорт Сыктывкар [Электронный ресурс] / Комиавиатранс. — Режим доступа: <https://www.komiaviatrans.ru/airport/index.php?id=1> (дата обращения: 25.05.2018).
3. Объемы перевозок через аэропорты России [Электронный ресурс] / Федеральное агентство воздушного транспорта. — Режим доступа: <http://www.favt.ru/deyatelnost-ajeroporty-i-ajerodromy-osnovnie-proizvodstvennie-pokazateli-aeroportov-obyom-perevoz> (дата обращения: 25.05.2018).

УДК 504:674 (470.13)

Актуальность данной статьи — экология и безопасность при производстве древесно-стружечных плит в ООО «Сыктывкарский фанерный завод».

Ключевые слова: ДСП, ЛДСП, загрязнение атмосферного воздуха, выбросы загрязняющих веществ.

Т. В. Шахова,
старший преподаватель;
М. Н. Кочева,
старший преподаватель
(Сыктывкарский лесной институт)

ПУТИ РЕШЕНИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ ДСП НА ДЕРЕВОПЕРЕРАБАТЫВАЮЩЕМ ПРЕДПРИЯТИИ РЕСПУБЛИКИ КОМИ

Любое деревоперерабатывающее предприятие обязано следить за экологической безопасностью, поэтому деятельность предприятия должна основываться на законодательной базе и согласовываться с нормативными документами Российской Федерации.

Основными видами продукции ООО «Сыктывкарский фанерный завод» являются древесно-стружечная плита (ДСП) и ламинированная древесно-стружечная плита (ЛДСП).

Производственная мощность предприятия — более 260 тыс. м³ ДСП в год.

Древесно-стружечная плита (ДСП) (рис. 1). Древесно-стружечная плита (ДСП) — композиционный материал, который получают путем смешивания высушенной технологической щепы с мочевино- или феноло-формальдегидной смолой (6—18 % от массы стружек) с последующим выкладыванием на формирующих машинах в виде ковра и прессованием на одно- и многоэтажных периодических прессах (0,2—5 МПа, 100—140 °С) или в непрерывных ленточных (древесно-стружечный ковер прессуется между двумя стальными лентами), гусеничных и экструзионных агрегатах. Объемы производства древесностружечных плит — 260000 м³/год.



Рис. 1. Древесно-стружечная плита

Основными достоинствами шлифованного ДСП является его низкая стоимость, простота обработки, экологичность, прочность.

Ламинированная ДСП. Ламинированная ДСП (ЛДСП) — древесно-стружечная плита, произведённая на основе высококачественной ДСП, облицованная при повышенном давлении и температуре стойкой меламиновой пленкой и иногда (у дорогих сортов ЛДСП) покрытая специальным лаком, устойчивым к влаге и механическим повреждениям. Ламинирование обеспечивает хороший внешний вид, высокие потребительские качества и повышает физико-механические свойства. Ламинированная ДСП не требует дальнейшей отделки и широко применяется для производства мебели (рис. 2). Объемы производства ламинированных древесно-стружечных плит более 300 тыс. м³/год.

Сырьем для производства ДСП являются:

– побочные продукты фанерного производства (шпон-рванина, щепы от «карандашей», обрезки чураков, обрезки фанеры и древесно-стружечной плиты, опилки, пыль от шлифования натуральной чистой древесины);

– щепы, опилки, стружка — отходы лесопиления с других предприятий.



Рис. 2. Ламинированная ДСП

На рис. 3 показана схема производства древесно-стружечных плит.



Рис. 3. Схема производства древесно-стружечных плит в ООО «СФЗ»

В зависимости от применяемой технологии, возможны выбросы в атмосферу самых различных веществ. Котлы энергетических установок, газогенераторы и нагревательные установки для термальной жидкости могут

быть источниками загрязнителей, образующихся при процессах горения, в том числе, твёрдых частиц, оксидов азота, монооксида углерода и оксидов серы. Во время нагрева древесины в сушилках для древесного волокна и шпона, а также остывания прессованных плит происходит выброс альдегидов (в том числе формальдегида). При механической обработке, такой как производство щепы и ее сортировка, а также при резке и шлифовке прессованных плит, образуется древесная пыль.

В цехе ДСП на линии отделки работает стационарный сварочный пост.

Источники выбросов на территории участка показаны на рис. 4.

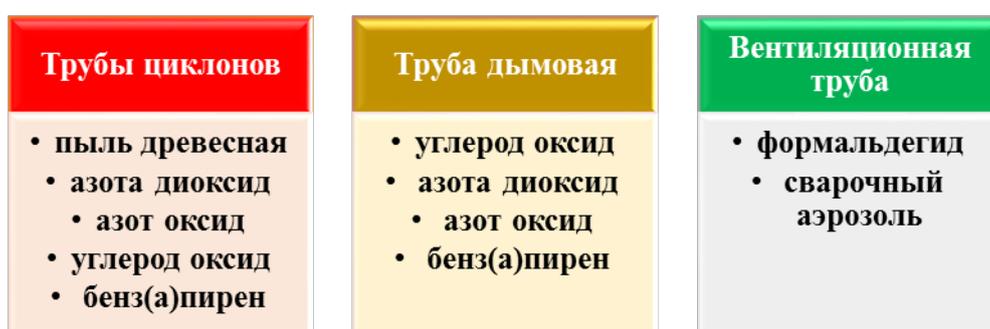


Рис. 4. Источники и выделяющиеся вещества на участке отделки в цехе ДСП

Цех ламинирования древесно-стружечных плит (ЛДСП). Назначение цеха — производство ламинированной ДСП под воздействием температуры и давления на плиты ДСП, покрытой предварительно с двух сторон меламиновой пленкой.

Источники выбросов на территории участка показаны на рис. 5.

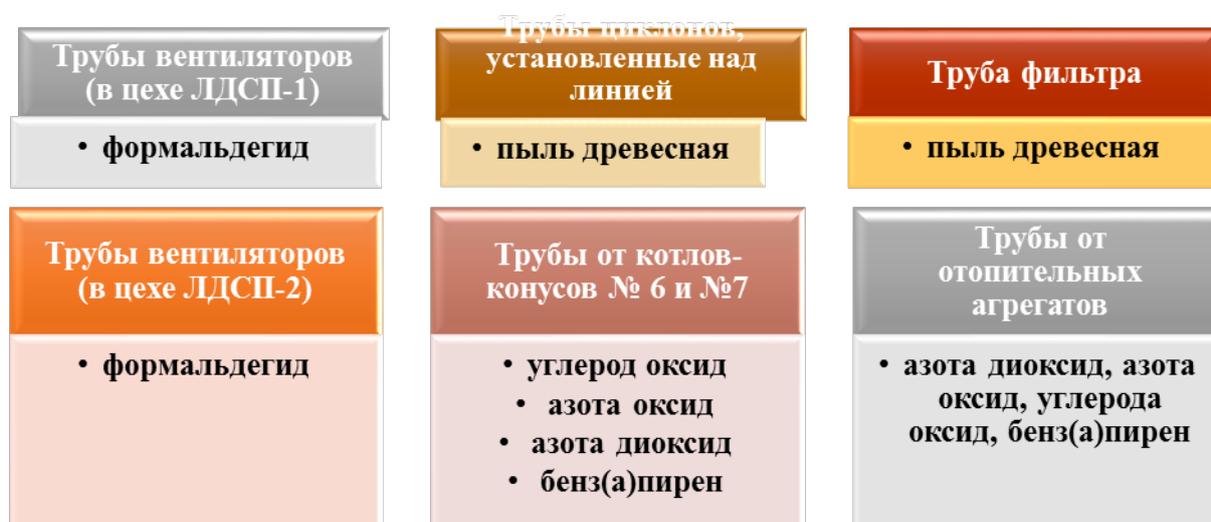


Рис. 5. Источники и выделяющиеся вещества в цехе ЛДСП

В результате деятельности предприятия в атмосферный воздух выбрасываются 12 загрязняющих веществ I, II, III и IV классов опасности в количестве 733,631744 т.

На предприятии образуется большое количество загрязняющих веществ, таких как бенз-а-пирен, оксид азота, диоксид азота, оксид углерода и много других.

Анализ выбросов ЗВ в атмосферу показал, что в процессе деятельности предприятия не наблюдается превышения выбросов в атмосферный воздух этих веществ на границе производственной зоны, но все-таки существует необходимость установки электрофильтра типа ЭГА (рис. 6).

Электрофильтр — это устройство, в котором очистка газов от аэрозольных, твердых или жидких частиц происходит под действием электрических сил. В результате действия электрического поля заряженные частицы выводятся из очищаемого газового потока и осаждаются на электродах. Зарядка частиц происходит в поле коронного разряда. В зависимости от конкретных условий и требований их можно сконструировать на любую степень очистки газа (до 99,9 %) и на широкий диапазон производительности — от единиц до нескольких миллионов кубометров в час.

Объем электрофильтров примерно в пять раз меньше, а стоимость в три раза ниже, чем обычных мокрых электрофильтров при одинаковой их производительности и эффективности.

В результате наибольшем количестве выбрасываются загрязняющие вещества IV класса опасности — 456,69 т/год, а в наименьшем — выбрасываются загрязняющие вещества I класса опасности в количестве 0,000024 т/год. Наибольший объем выбрасываемых веществ образуют: азота диоксид (азот (IV) оксид) в количестве 234,64 т/год; углерод оксид (226,63 т/год) и пыль древесная (230,06 т/год).

При производстве древесно-стружечных плит в ООО «Сыктывкарский фанерный завод» обеспечивается экологическая безопасность, заключающаяся в инвентаризации мест выбросов загрязняющих веществ, разработке проекта ПДВ, в производственном экологическом контроле и учете выбросов ЗВ в атмосферный воздух.

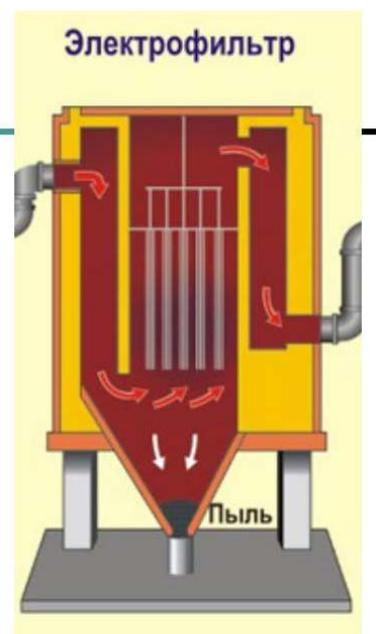


Рис. 6. Электрофильтр
ЭГА1-10-6-5-2

Вывод. В целом деревоперерабатывающее предприятие РК отвечает нормативным требованиям РФ в области природопользования и охраны окружающей среды.

Библиографический список

1. Об охране окружающей среды [Электронный ресурс] : федер. закон от 10.01.2002 № 7-ФЗ : ред. от 31.12.2017 // СПС «КонсультантПлюс» (дата обращения: 12.02.2018).

2. Об охране атмосферного воздуха [Электронный ресурс] : федер. закон от 04.05.1999 № 96-ФЗ : ред. от 13.07.2015 // СПС «КонсультантПлюс» (дата обращения: 12.02.2018).

3. О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения [Электронный ресурс] : федер. закон от 30.03.1999 № 52–ФЗ : ред. от 03.08.2018 // СПС «КонсультантПлюс» (дата обращения: 12.02.2018).

4. О ставках платы за негативное воздействие на окружающую среду и дополнительных коэффициентах [Электронный ресурс] : утв. Постановлением Правительства РФ от 13.09.2016 № 913 // СПС «КонсультантПлюс» (дата обращения: 12.02.2018).

5. Проект предельно–допустимых выбросов (ПДВ) Общество с ограниченной ответственностью «Сыктывкарский фанерный завод» г. Сыктывкар [Текст] : [док. внутреннего пользования] / ООО «СФЗ». — Сыктывкар, 2011. — 435 с.

6. Инвентаризация выбросов загрязняющих веществ [Электронный ресурс]. — Режим доступа: http://ecolog.ez3.ru/inventarizaciya_vybrosov_zagryaznyayuschih_veschestv (дата обращения: 12.02.2018).

КРУГЛЫЙ СТОЛ «ЛЕСНАЯ ОТРАСЛЬ — ДРАЙВЕР РАЗВИТИЯ ЭКОНОМИКИ РЕСПУБЛИКИ КОМИ»

УДК 336.71

Определены особенности внутреннего контроля, нормативная обоснованность и эффективность его применения в банковской деятельности.

Ключевые слова: контроль внутренний, банковская деятельность, риски, современные направления.

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

ОСОБЕННОСТИ ВНУТРЕННЕГО КОНТРОЛЯ БАНКОВСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ В СОВРЕМЕННЫХ УСЛОВИЯХ

Финансовый контроль является категорией, которая имеет разнообразные формы и особенности функционального использования в зависимости от сферы распределения финансовых ресурсов и управления ими. Научные и практические подходы к определению контроля могут отражать целевые установки правового, экономического, управленческого, философского и других направлений.

Наиболее часто контроль представляется как процесс выявления отклонений от установленных стандартов, правил, законов, расчетов, осуществляемых и применяемых объектом контроля в ходе своей фактической деятельности. Выявленные отклонения являются базовой основой для регулирования, трансформирования состояния объекта в более рациональную организационную форму и более эффективную форму деятельности, нейтрализуя имеющиеся неопределенности (риски) внутреннего характера и негативные факторы внешнего воздействия. Акцент делается на контрольной функции управления, как заключительном этапе цикла управления.

Череда финансовых кризисов, которые имеют широкие и даже нарастающие негативные экономические проявления, указывает на недостаточное, слабое использование контрольной функции финансов за процессами распределения активов. Здесь приоритет в оценке степени воздействия на распределительные процессы финансовых активов переходит на уровень внутреннего контроля. К тому же даже контроль, осуществляемый Министерством финансов РФ, согласно существующей нормативной базе классифицируется как внутренний контроль.

В современной экономической теории внутренний контроль формулируется как процесс, встроенный в финансово-хозяйственную деятельность любой организации, осуществляемый её руководителями и всеми со-

трудниками для достижения поставленных целей: производственной и финансовой эффективности, достоверности управленческой и финансовой информации, соблюдением установленных требований внутренними распорядительными документами, т. е. как структурная составляющая функциональных действий каждого менеджера.

Система внутреннего контроля для банковской деятельности содержит свои характерные особенности, присущие практически каждой банковской организации. Они были описаны финансовыми институтами международного уровня как пять взаимосвязанных элементов внутреннего контроля: контрольная среда, оценка рисков, контрольные процедуры, обмен информацией, мониторинг. Эти особенности были определены и заложены в рекомендациях Базельского комитета по банковскому надзору в сентябре 1998 г. за № 40. Российские банки получили эти рекомендации в виде письма Банка России от 10.07.2001 г. за № 87-Т.

Используя рекомендации Базельского комитета, а также ключевые элементы: основные понятия, принципы внутреннего контроля, закрепленные еще в 1992 г. интегрированной концепцией внутреннего контроля (в модели Комитета спонсорских организаций Комиссии Тредуэя — COSO), но актуальные до сегодняшнего дня в современной системе внутреннего контроля, в России было выработано Положение об организации внутреннего контроля в кредитных организациях. Данное Положение было утверждено ЦБ РФ 16.12.2003г. за № 242-П и доведено до банковских учреждений [1]. В нормативном документе нашел четкое проявление целевой подход внутреннего контроля, распространившим его на деятельность в целом: результативность и эффективность финансово-хозяйственной деятельности при совершении банковских операций и других сделок; эффективность управления пассивами и активами; обеспечение сохранности активов; информационная безопасность, управление банковскими рисками; достоверность, объективность, полнота составления отчетности как бухгалтерской, так и финансовой, статистической, своевременность её представления и др.

Отражение внутренней самостоятельности организационного и процессного характера по системе внутреннего контроля банками закреплено правами и обязанностями, включенными в Федеральный закон «О банках и банковской деятельности»: в уставе кредитной организации должны содержаться сведения о системе органов внутреннего контроля, порядке их образования и полномочиях, а организационная структура кредитной организации в части распределения полномочий между членами совета директоров (наблюдательного совета), коллегиального исполнительного органа, определения полномочий единоличного исполнительного органа, полномочий, подотчетности и ответственности всех подразделений кредитной организации, служащих должна соответствовать характеру и мас-

штабам проводимых операций. Также предоставлена возможность самостоятельно закреплять внутренними документами кредитной организации: ревизионную комиссию (ревизора); главного бухгалтера (его заместителей); подразделения и служащих, осуществляющих внутренний контроль [2]. В подконтрольную среду внутреннего контроля попадают: формы организации деятельности, конкретные банковские продукты и операции, политика формирования кадрового состава, внутренний менеджмент, корпоративный управленческий стиль для внешних пользователей всех сфер банковской деятельности, системы регулирования возникающих при этом отношений, отчетность. Даже одна из составляющих этого ряда направлений подконтрольной среды, как, например, отношения с клиентами банковской деятельности обладает такой особенностью, разительно выделяющей её на фоне других видов деятельности, как специфика, заключающаяся в финансовых отношениях с тысячами клиентов, закрепленных множеством договорных, правоустанавливающих, платежных, отчетных, гарантирующих, залоговых и др. документов. При этом, как результат складывающихся финансовых отношений — конкретные виды банковских операций подвергаются неоднократному внутреннему контролю, например: согласования транзитных перечислений денежных сумм, согласования на оплату платежных поручений, обеспечение законности по счетам государственного бюджета, проведение операций по текущим субсчетам, по ссудным счетам частных заемщиков, исполнение заявлений на выдачу чеков и чековых книжек, банковских карт и многое другое.

Особую роль имеет в банковской системе деятельности подконтрольная среда перемещения информационных потоков, связанная с перемещением финансовых активов и их владельцев, исключение вовлечения кредитной организации и ее служащих в осуществлении противоправной деятельности. Само по себе перемещение финансовых активов уже несет в себе определенные риски, а перемещение с целью извлечения дополнительных доходов от монетарного использования ресурсов клиентов и банков расширяет зоны размещения этих активов и соответственно появляются новые риски: рыночный риск, кредитный риск, операционный риск, управленческий риск, правовой риск, риск потери деловой репутации и др. Соответственно, система внутреннего контроля должна своевременно реагировать на появление этих угроз финансовой стабильности. А значит, она очень четко должна быть организована, иметь эффективные инструменты использования материалов контроля и воздействия на банковскую деятельность. В связи с такой необходимостью нельзя не упомянуть имеющийся опыт, например, в Главном управлении Банка России по Приморскому краю в целях организационного обеспечения данного направления работы образовано специальное подразделение и создана рабочая группа по проведению мероприятий, связанных с функционированием и монито-

рингом системы внутреннего контроля с закреплением ответственности за производственные процессы [3].

Обобщая опыт всей банковской системы как российской, так и мирового сообщества, в последние годы в Центральном банке России формируется своя методология по развитию системы внутреннего контроля, целью которой является укрепление национальной банковской системы. Специфика главного банка страны заключается в том, что на первое место государством поставлены функции по защите и обеспечению устойчивости рубля, развитию и, обеспечению эффективного и бесперебойного функционирования платежной системы. Получение прибыли не является целью деятельности Банка России [4]. В Положении об организации внутреннего контроля в кредитных организациях заложена возможность контролировать состояние внутреннего контроля со стороны Центрального банка в любом коммерческом банке. Кредитная организация представляет в территориальное учреждение Центрального банка России Справку о внутреннем контроле в кредитной организации по предусмотренной форме, а также о существенных изменениях в системе внутреннего контроля и его результатах. На основании материалов внутреннего контроля и последующей санации коммерческих банков принимаются кардинальные меры Центральным банком России, например, отзывается лицензия на осуществление банковской деятельности. В соответствии с законодательством Российской Федерации о банках и банковской деятельности кредитная организация, у которой отозвана (аннулирована) лицензия на осуществление банковских операций, должна быть ликвидирована. Всего по состоянию на 1 января 2017 г. в единый государственный реестр юридических лиц внесена запись о государственной регистрации в связи с ликвидацией 1 697 кредитных организаций, лицензии на осуществление банковских операций у которых были отозваны (аннулированы) с 1991 г.

Активность работы Центрального банка по развитию контроля за состоянием денежно-кредитной системы не снижается, что подтверждают данные по состоянию на 1 января 2017 г. — ликвидационные процедуры осуществлялись в 329 кредитных организациях [5]. В совокупности система внутреннего контроля банковской деятельности направлена на комплексное и всестороннее исследование деятельности с целью активизации роста прибыльности, предупреждения правонарушений и убытка его клиентов, населения, учредителей и акционеров [4; 6].

Таким образом, период финансовой дестабилизации заставил кредитные организации заново осмыслить роль контроля, связать его применение с повышением эффективности банковской деятельности в экономике, что создает предпосылки для развития новых направлений внутреннего контроля банковской деятельности.

Библиографический список

1. Положение об организации внутреннего контроля в кредитных организациях [Электронный ресурс] : утв. Банком России от 20.12.2003 № 242-П. : ред. от 04.10.2017 г. // СПС «Консультант Плюс» (дата обращения: 15.02.2018) .
2. О банках и банковской деятельности [Электронный ресурс] : федер. закон от 02.12.1990 № 395-1 // СПС «Консультант Плюс» (дата обращения: 11.02.2018)
3. Концептуальные основы и практика организации системы внутреннего контроля [Текст] / В. В. Рудько-Силиванов [и др.]. // Банковская деятельность — региональные аспекты. — 2011. — № 2 . — С. 37—41.
4. О внутреннем контроле в Центральном банке Российской Федерации [Электронный ресурс] : положение Банка России от 20.01.2009 № 333-П.// СПС «Консультант Плюс» (дата обращения: 09.02.2018).
5. Информационные материалы [Электронный ресурс] // Банк России. — Режим доступа: <http://www.cbr.ru/credit/LIkvibase/> (дата обращения: 09.02.2018).
6. Методические рекомендации по осуществлению внутреннего финансового контроля [Электронный ресурс] : приказ Мин-ва финансов РФ от 7 сент. 2016 г. № 356 // СПС «Консультант Плюс» (дата обращения: 14.02.2018).

УДК 630*6

Представлен анализ развития лесопромышленного комплекса России и Канады по отдельным экономическим параметрам. Целью данного анализа является определение наиболее значимых проблем в исследуемой теме для разработки наиболее эффективных путей их решения.

Ключевые слова: лесные ресурсы, лесопромышленный комплекс, современные технологии лесопереработки.

И. И. Иваницкая,

кандидат экономических наук, доцент;

Л. З. Сандригайло,

кандидат экономических наук, доцент

(Сыктывкарский лесной институт)

ЗАРУБЕЖНЫЙ ОПЫТ РАЗВИТИЯ ЛЕСНОЙ ОТРАСЛИ

Леса являются экологическим каркасом территорий, условием экологической безопасности, как отдельной страны, так и планеты в целом. Леса выполняют важнейшие защитные, водоохранные и климаторегулирующие функции, играют ключевую роль в сохранении биоразнообразия и поддержании других биосферных функций. Леса являются источником бесценных экологических благ и отличаются огромным природным разнообразием. Лесами занято 28 % суши планеты — 3,7 млрд га.

Леса обеспечивают потребность промышленности в лесных ресурсах, выполняют важнейшие средообразующие, средозащитные и иные полезные функции: рекреации, туризма, охоты, водоохранные и почвозащитные функции, заготовки живицы, пищевых лесных ресурсов и сбора лекарственных растений. Это уникальный ресурс, поскольку при создании благоприятных условий может восстанавливаться естественным путем. Именно леса создают благоприятную среду обитания для людей. Отсюда возникает значимая потребность формирования правильного отношения к данному ресурсу (табл. 1, рис. 1) [1, 2, 3].

Основными направлениями сравнения развития ЛПК разных стран обычно являются:

- 1) лесные ресурсы стран;
- 2) показатели использования лесных ресурсов;
- 3) структура и динамика выпуска лесопродукции;
- 4) экспорт и импорт лесопродукции;
- 5) эффективность ЛПК;
- 6) особенности управления отраслью;
- 7) главные отличия развития ЛПК ведущих стран;

- 8) мировые тенденции и их влияние на развитие ЛПК России;
- 9) использование зарубежного опыта в принятии стратегических решений в ЛПК.

Таблица 1. Лесные ресурсы в богатых лесами странах

Страна	Леса, млн га	Леса на душу населения, га	Доля лесов в площади страны, %
Россия	774	6	69
Бразилия	544	3	64
Канада	232	7,7	45,3
США	226	0,8	25
Китай	163	0,13	17
Австралия	154	7,8	2

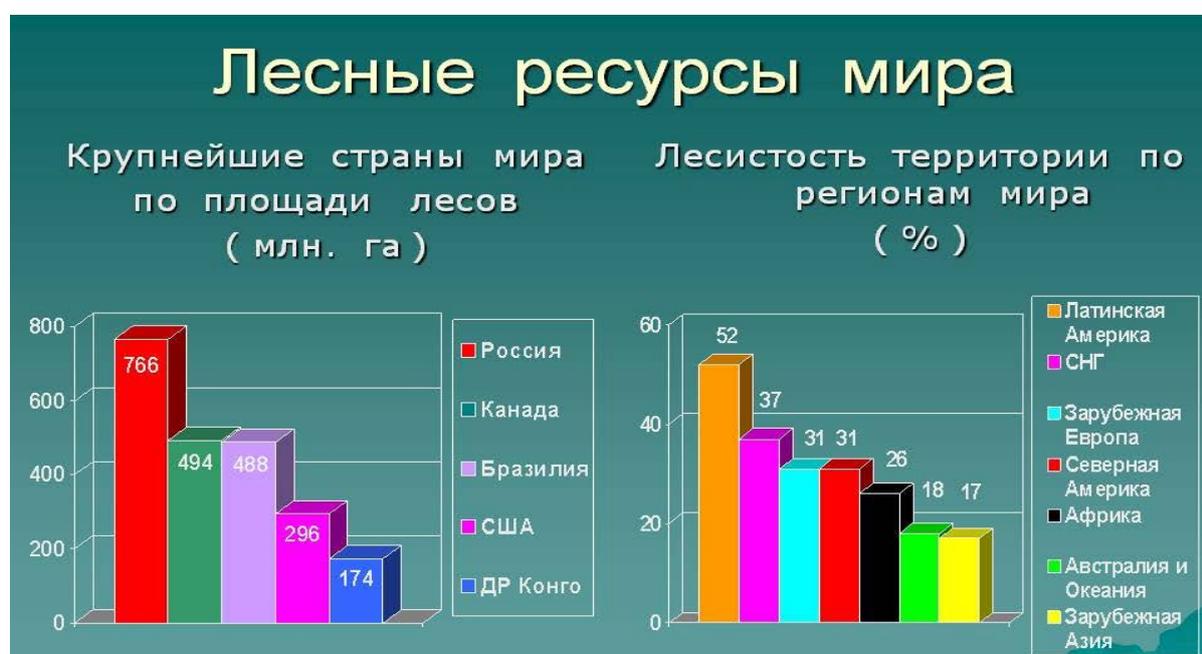


Рис. 1. Лесные ресурсы мира

Если оценивать качественный состав лесных ресурсов, с точки зрения ценности, доминирующими сортами древесины являются:

- в Канаде, США — клен, секвойя, дуб;
- в Бразилии — сейба, пальма, шоколадное дерево;
- в Западной Европе (Финляндии, Швеции, Норвегии) — клен, сосна;
- в Конго — сейба, лианы;
- в России — лиственница (39 %), сосна (17 %), береза (12 %), ель (11 %), кедр (11 %).

Наиболее значимыми проблемами, выявленными нами на основании имеющихся источников, являются:

1) довольно значительная разница в оценках ФАО, других международных организаций и отдельных специалистов;

2) проблемы использования ресурсов: 50 % вырубленного леса в развивающихся странах идет на дрова;

3) обезлесение планеты: большие объемы вырубки, плохо организованное лесовосстановление.

В табл. 2, 3 показаны объемы стран — лидеров в производстве пиломатериалов и бумаги, на рис. 2 — экспортеров лесной продукции.

Таблица 2. Страны — лидеры в производстве пиломатериалов, млн куб. м

Страна	Вывозка древесины	Производство пиломатериалов
США	510	100
Россия	105	23,8
Канада	185,7	78,3
Бразилия	260	18

Таблица 3. Страны — лидеры в производстве бумаги, млн т

Страна	США	Япония	Канада	Китай	Германия	Россия
Наименование						
Производство бумаги	72	26	21,2	109	23	8,6



Рис. 2. Страны — экспортеры лесопродукции

Учитывая сложность получения достоверной информации в полном объеме из доступных источников, для определения общих тенденций развития лесного комплекса нами был проведен сравнительный анализ развития лесного сектора Канады и России.

Канада — страна, в первую очередь, лесная. На нее приходится 10 % мировых и 30 % бореальных лесов планеты [2]. Лесопромышленный комплекс (ЛПК) Канады был исторически крупнейшей отраслью национальной промышленности и крупнейшим потребителем рабочей силы.

На сегодняшний день Канада — крупнейший мировой экспортер лесной продукции. ЛПК вносит существенную лепту в поддержание положительного торгового баланса страны и обеспечивает около 2 % ВВП [2].

Несмотря на интенсивное и зачастую бесконтрольное освоение лесов в прошлые века и в начале XX века, сохранились — особенно на западе — обширные неразрывные лесные массивы.

Проблема фрагментации лесных земель, приводящей к сокращению биоразнообразия, на данный момент остро стоит только в некоторых частях восточных провинций [4]. В настоящее время в Канаде сохранилось около 91 % лесопокрываемых земель, существовавших на заре европейской колонизации [5]. При этом от обезлесения более всего пострадали южные части страны, лежащие за пределами бореального пояса.

Однако время от времени канадская общественность становится очень обеспокоена экологическим состоянием лесов страны. В научной литературе доминирует точка зрения, что лесная политика страны вплоть до 1960-х гг. была направлена сугубо на реализацию интересов бизнеса, что попытки правительства перестроить политику на учет экологических аспектов были долгое время поверхностными и непоследовательными, и что до сих пор такие заинтересованные стороны как профсоюзы, экологи, местные сообщества некоренных народов не имеют существенных рычагов влияния на лесную политику, основные положения которой формулируются в рамках закрытого диалога между правительством и крупным бизнесом [4, 6, 7]. В результате давления общественности, государственная лесная политика в течение 1970—1980-х гг. становилась все более экологически ориентированной, а требования к бизнесу становились строже. В конце 1980-х национальная лесная политика встала на рельсы «устойчивого развития», развернулась международная активность по приданию ей имиджа передовой в экологическом плане, возникло понятие «устойчивого управления лесами», поток научных публикаций, детализирующих его, были созданы экономические механизмы обеспечения экологической и социальной добросовестности (лесная сертификация) [7] и развернуты экспериментальные программы федерального правительства для выработки инноваций (модельные леса) [8, 9].

Россия является крупнейшей лесной державой мира. Лесосырьевой потенциал России огромен. Ежегодная норма лесопользования составляет 509 млн куб. м, но в настоящее время используется менее чем на четверть.

История лесопользования в России насчитывает свыше 200 лет. В условиях рыночной экономики (до 1930 г.) в России формировалась законодательная база и была создана оптимальная система лесопользования, базирующаяся на лесничествах. При командно-распределительной (социалистической) системе лесное хозяйство, функционирующее на основе лесхозов, как комплексных лесных предприятий, достигло определенных успехов, но в настоящее время оно не обеспечивает эффективное и рациональное использование лесных ресурсов.

Глобальное экологическое значение, огромный экономический и социальный потенциал лесов России обязывают Российскую Федерацию иметь долгосрочную лесную политику, направленную на обеспечение устойчивого управления всеми лесами страны и выражающую баланс отношений к лесам всех заинтересованных сторон. Целью лесной политики является достижение экономически эффективного, экологически ориентированного и социально ответственного использования лесных ресурсов в интересах нынешнего и будущего поколений жителей России [12]. Эта же цель является основополагающей и в Стратегии развития ЛПК РФ до 2030 г.

Тем не менее результаты анализа имеющихся статистических источников показали, что организация использования, охраны, защиты и воспроизводства лесов в большинстве лесных регионов страны не обеспечивает неистощительное лесопользование, улучшение состояния лесов, сохранение ими средообразующих и экологических функций, а также биоразнообразия.

Среди причин, определяющих сложившееся в нашей стране положение дел в лесном секторе, можно выделить:

- совмещение в органах управления лесным хозяйством распорядительных, надзорных и хозяйственных функций;
- несовершенство организации лесопользования, которое не стимулирует долгосрочную аренду лесов и строительство дорог, не обеспечивает активное участие лесопользователей в охране, защите и восстановлении арендуемых лесов;
- недостаток бюджетного финансирования на ведение лесного хозяйства, в связи с чем лесхозы вынуждены заниматься коммерческой деятельностью в ущерб своим основным функциям по управлению лесами;
- низкий уровень лесных платежей за древесину, отпускаемую на корню, которые не обеспечивают финансирование всех расходов на охрану, защиту и воспроизводство лесов и должных поступлений лесного дохода в бюджетную систему на социально-экономическое развитие.

Условия, в которых развиваются ЛПК России и Канады, во многом схожи. Обе страны обладают колоссальными как по площади, так и по объему древесины запасами леса. В Канаде лесами покрыто 3,1 млн кв. км земель (лесистость 33,6 %), в России — 8,1 млн кв. км (лесистость 47,9 %). По состоянию на 2000 г., в Канаде общий объем запасов древесины составляет 32,9 млрд куб. м (3—4 место в мире, наряду с США), средний удельный объем древесины составляет 106 куб. м/га. Все 100 % считаются экономически доступными. В России объем запасов составляет 80,5 млрд куб. м (1—2 место в мире, наряду с Бразилией), средний удельный объем 100 куб. м/га. Только половина лесов считается экономически доступной [13].

Из табл. 4 видно, что такие относительные показатели, как: доля территории, покрытой лесом; лесопокрытая площадь в расчете на душу населения и запас древесины на корню на душу населения, у обеих стран очень близки по значениям (с учетом того, что они рассчитывались по официальным источникам). Впечатляет повышение годового прироста леса над объемом заготовок в Канаде. Это свидетельствует об эффективной реализации экологоориентированной лесной политики в данной стране. Что касается России, то приоритетом лесной политики нашей страны является рациональное лесопользование, экологические проблемы хоть и определены, но не являются первоочередными.

Таблица 4. Ресурсный потенциал России и Канады

Показатель	РФ	Канада
1. Доля территории, покрытой лесом, %	46,5	45,3
2. Лесопокрытая площадь, всего, млн га	770	232
3. Лесопокрытая площадь, в расчете на душу населения, га/ чел.	5,3	7,6
4. Запас древесины на корню, всего, млрд куб. м	83,4	35
5. Запас древесины на корню в расчете на душу населения, тыс. куб. м/чел.	0,6	0,88
6. Повышение годового прироста леса над объемами заготовок, %	6,79	188,1
7. Занятость в лесном хозяйстве и лесной промышленности, тыс. чел.	533,2	361,4

Среди наиболее значимых экологических проблем в лесной сфере можно выделить:

– неэффективное лесопользование в ряде регионов страны, что приводит к истощению сырьевой базы лесов;

– многолетнее недоиспользование расчетных лесосек (менее 25 %), что привело к большому накоплению перестойных древостоев, а это не лучшим образом влияет на состояние лесного фонда: лесные ресурсы «захламляются», возникает повышенная угроза лесных пожаров на значительных площадях, развиваются крупные очаги заболеваний растений и их повреждений различными вредителями;

– нелегальная переработка древесины в некоторых регионах привела к разрушению биогеоценоза лесов;

– заражение части лесопокрытой территории радионуклидами.

Помимо экологических, накапливаемых в течение многих лет, проблем существуют проблемы, относимые к системным, это:

– отсутствие долгое время четкой стратегии контроля за лесными ресурсами и охраны лесов;

– сокращение количества и снижение качества работ по лесовосстановлению, вследствие чего значительно увеличились потери лесных угодий из-за пожаров, вредителей и болезней (они многократно больше чем совокупное финансирование работ по лесовосстановлению);

– лесоустройство на большей части территории не модернизировано, устаревшая техника и техническая документация, что делает невозможным для предприятий переработку древесины в соответствие с экологическими нормативами;

– значительное сокращение в последние годы численность работающих в лесной отрасли (по данным статистики — почти 7 раз).

Таким образом, при сравнении лесного ресурсного потенциала Канады и России к общим чертам можно отнести:

1) колоссальные как по площади, так и по объему древесины запасы леса;
2) Россия и Канада концентрируют подавляющую часть бореальных лесов мира;

3) обе страны сталкиваются с проблемой инвестиций в лесную инфраструктуру в силу размещения обширных лесных массивов в малозаселенных районах.

4) обе страны граничат с крупными потребителями, от отношений с которыми в значительной мере зависит объем экспорта.

Среди наиболее значимых различий следует выделить следующие:

1. Подавляющая часть канадского лесного экспорта приходится на США.

Положение России как экспортера более выгодное, чем положение Канады. Главный торговый партнер — Европейский союз — не является таким монолитным образованием, как США. Активно развивается азиатский рынок.

2. Самый существенный индикатор отставания — недоразвитие верхних этажей производственных цепочек, таких как производство высококачественной бумаги, полиграфической продукции на основе бумаги, древесных плит и готовых изделий из них, мебели.

В структуре экспорта Канады доминирует высокотехнологическая продукция — целлюлоза и бумага, в то время как в России высока доля необработанного леса. При этом сравнение стоимости необработанного леса, экспортируемого Россией и другими крупнейшим экспортером этой про-

дукции, показывает, что Россия, в отличие от США, занимает нишу низкокачественного и дешевого древесного сырья

3. Существенный индикатор состояния ЛПК — размер отрасли в соотношении с доступным для освоения количеством ресурсов. В Канаде ежегодно вырубается 0,7 % от общих запасов сырорастущей древесины, в России — 0,2 %

4. Отличается роль и место ЛПК в экономике страны в сравнении с другими отраслями. Россия и Канада сопоставимы по запасам основных природных ресурсов и по их добыче. В российской экономике значимость ЛПК занижена.

Вклад ЛПК в совокупный валовой внутренний продукт РФ составляет 25 млрд долл., в то время как в Бразилии — 35 млрд долл. (запас древесины — 50 млрд куб. м), в США — 242 млрд долл. (запас древесины — 22 млрд куб. м), в Канаде — 26 млрд долл. (запас древесины — 35 млрд куб. м) [14].

Анализ показателей, отраженных в табл. 5, 6, свидетельствует о том, что Россия уступает развитым странам мира в темпах развития ЛПК и эффективности ведения лесного хозяйства. Например, при допустимом ежегодном объеме изъятия древесины свыше 700 млн куб. м в 2016 г. в РФ было заготовлено 213,6 млн куб. м. Одна из причин этого — невысокий уровень производства отечественным ЛПК продукции с высокой добавленной стоимостью, и не случайно, что 37 % внутрироссийского рынка занимает импорт, 84 % которого составляет продукция с высокой добавленной стоимостью.

Таблица 5. Сравнительный анализ вклада ЛПК
в развитие экономики страны в России и Канаде (приведены усредненные показатели,
вычисленные по разным источникам за период 2010—2015 гг.), %

Показатель	РФ	Канада
1. Доля ЛПК в валовом национальном продукте	1,7	3,0
2. Доля ЛПК в объеме промышленного производства	2,5	17,2
3. Доля ЛПК в объеме добавленной стоимости в промышленности	2	12
4. Доля ЛПК в объеме экспорта	2,1	11,0
5. Доля ЛПК в объеме мирового экспорта	2,9	19

Эффективность работы лесопромышленного комплекса в сравниваемых странах можно оценить на основании нижеприведенных данных.

Все показатели, посредством которых оценивают эффективность функционирования ЛПК страны, в России ниже, чем в Канаде. В России добавленная стоимость на единицу заготовленной древесины в 2—5 раз ниже, чем в ведущих лесных державах мира (стоимость продукции с одного кубометра древесины в России — 264 долл., в США — 1 тыс. долл., в Финляндии — 1,2 тыс. долл.) [14].

Таблица 6. Показатели эффективности функционирования ЛПК Канады и России

Показатель	РФ	Канада
1. Вывозка древесины, всего, млн куб. м:	105	185,7
- в расчете на 1 га лесопокрытой площади, куб. м/га	0,12	0,8
- в расчете на душу населения, куб. м/чел.	0,7	6,1
2. Выработка продукции лесопромышленного комплекса, долл./чел.	13,5	76,6
Выручка от экспорта продукции отрасли, всего, млрд долл.	4,7	42,9
в расчете на 1 га лесопокрытой площади, долл./га	5,8	128,0
в расчете на душу населения, долл./чел.	30,7	973,8
3. Доля в мировом экспорте лесобумажной продукции, %:		
- круглый лес	35,3	3,5
- пиломатериалы	23,8	78,3
- бумага и картон	8,6	21,2

Причинами не совсем эффективного использования лесных ресурсов можно назвать и отсутствие необходимой инфраструктуры для обеспечения значительного экспорта продукции, и незначительные объемы древесины, проходившей глубокую переработку, по сравнению с продаваемым на экспорт круглым лесом, и снижение потребления бумажной продукции, и неактивная роль государства в поддержании лесного сектора, и отсутствие привлекательности российского ЛПК для инвестора в силу технического и технологического отставания данной отрасли по сравнению с другими странами-экспортерами продукции лесопромышленного комплекса.

Среди наиболее значимых тенденций развития ЛПК в мировой экономике можно выделить:

1) дополнительный глобальный спрос на рынке хвойной целлюлозы к 2030 г. ожидается в объеме 10 млн куб. м. Порядка 60 % придется на страны Азии, включая Китай;

2) значительный рост спроса на СГИ составит не менее, чем в 2,5 раза к 2030 г.;

3) значительный рост спроса в сегментах тарного и макулатурного картона;

4) стабильную динамику в использовании деревянных конструкций при строительстве домов.

Тема деревянного малоэтажного строительства в последние годы становится очень популярной, насколько высок процент деревянных конструкций в малоэтажных домах, строящихся в наиболее обеспеченных лесными ресурсами странах, свидетельствуют следующие данные:

1) США — 95 %;

2) Финландия — 90 %;

3) Канада — 83 %;

4) Япония — 45 %;

5) Россия — 24 %.

Мировое лидерство передовых стран обусловлено высокой эффективностью отрасли. При этом форма собственности на лесные ресурсы не является определяющей в характере и интенсивности ведения лесного хозяйства. При сопоставимой эффективности работы лесопромышленного комплекса формы собственности на лесные ресурсы в передовых странах различны: в Финляндии и Швеции доминирует частное лесовладение, в Канаде леса принадлежат провинциям или находятся в федеральной собственности.

Эффективность работы лесопромышленного комплекса передовых стран обусловлена в первую очередь планово-направленными усилиями. Этому способствуют планы, национальные программы и программы развития лесных секторов (кластеров), как комплекса отраслей, принятые в этих странах. В РФ разработана Стратегия развития ЛПК до 2030 года, в результате реализации которой ожидается прирост добавленной стоимости, создаваемой предприятиями отрасли, 1,0 трлн руб., вклад лесного комплекса в ВВП вырастет с 0,5 до 1,0 % (с учетом мультипликативного эффекта в полтора раза с 2,2 до 3,3 %). Численность персонала, занятого в лесном комплексе, вырастет с 533 тыс. до 703 тыс. чел. Рост налоговых поступлений в бюджет составит с 74 млрд до 248 млрд руб. в постоянных ценах [16].

Таким образом, можно констатировать, что в России взят курс на реализацию стратегических инициатив в ЛПК — совместную работу государства и бизнеса — по достижению ключевых точек роста и дальнейшему эффективному развитию отрасли, связанному с наращиванием экспорта целлюлозы и пиломатериалов на рынки стран Азии; сохранением потенциала по импортозамещению продукции с высокой добавленной стоимостью, в том числе в сегментах древесных плит (MDF и OSB); развитием деревянного домостроения; использованием кластерного подхода в развитии ЛПК. Безусловно, данные стратегические цели — долгосрочные и сложнореализуемые. Но если все-таки удастся реализовать стратегию развития ЛПК до 2030 года, в нашей стране будут созданы условия не только для дальнейшего его эффективного функционирования, но и для сохранения леса как условия экологической безопасности страны и благоприятной среды обитания человека.

Библиографический список

1. Canadian natural resource and environmental policy [Text]. Second edition / Melody Hissing, Michael Hewlett, Tracy Summerville // — Canada, Vancouver : The University of British Columbia, 2005. — 369 p.
2. State of Canada's Forests 2009 [Text] // Report by CFS. — Ottawa, 2009.
3. Private-land forestry and woodlot certification [Electronic resource] / Elise Stolte. — URL: www.certification.eomf.on.ca, 2006. — 16 p.
4. State of Canada's Forests 2004—2005 [Text] // Report by CFS. — Ottawa, 2005.

5. Canada's Forests: A History [Text] / Ken Drushka // Forest History Society. — 2003. — 97 p.
6. Canadian Forest Policy: Adapting to Change [Text] // edited by M. Howlett // University of Toronto Press Incorporated. — 2001. — 446 p.
7. Confronting Sustainability: Forest Certification in Developing and Transitioning Countries [Text] / B. Cashore // Yale School of Forestry & Environmental Studies. — 2007. — 617 p.
8. Кузьминов, И. Модельные леса: история развития и тематика проектов [Текст] / И. Кузьминов // Устойчивое лесопользование. — 2009. — № 2. — С. 17—20.
9. Кузьминов, И. Модельные леса: история развития и тематика проектов [Текст] / И. Кузьминов // Устойчивое лесопользование. — 2009. — № 3. — С. 45—49.
10. Распопин К. И. Организация управления лесами на региональном уровне [Электронный ресурс] / К. И. Распопин // Научная библиотека диссертаций и авторефератов. — Режим доступа: <http://www.dissercat.com/content/organizatsiya-upravleniya-lesami-na-regionalnom-urovne#ixzz5OSBhGtM7>.
11. Кузьминов, И. Лесной сектор Канады и России: перспективы заимствования западных инноваций в отечественном управлении лесами [Электронный ресурс] / И. Кузьминов. — Режим доступа: <http://www.wood.ru/ru/loa766.html>.
12. Проект Лесной политики РФ [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <http://lp.vniilm.ru/viewtopic.php?f=6&t=4>.
13. Государственный доклад о состоянии и об охране окружающей среды в 2014 году [Электронный ресурс]. — Режим доступа: http://ecogodoklad.ru/2014/wwwBio1_2.aspx.
14. Сергеев, И. Лесное хозяйство и лесная промышленность должны занимать достойное место в экономике страны [Электронный ресурс] / И. Сергеев. — Режим доступа: <http://www.umocpartner.ru/press-centr/news/lesnoe-khozyajstvo-i-lesnaya-promyshlennost-dolzny-zanimat-dostojnoe-mesto-v-ehkonomie-strany>.
15. Круговой обзор российского ЛПК [Электронный ресурс] // ЛЕСПРОМ информ. — 2018. — № 1 (131). — Режим доступа: <https://lesprominform.ru>.
16. Проект Стратегии развития лесного комплекса Российской Федерации до 2030 года [Электронный ресурс]. — Режим доступа: http://minpromtorg.gov.ru/common/upload/files/docs/Project_les2030_20102017.pdf.