

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Сыктывкарский лесной институт (филиал)
федерального государственного бюджетного образовательного
учреждения высшего образования «Санкт-Петербургский государственный
лесотехнический университет имени С.М. Кирова» (СЛИ)

ФЕВРАЛЬСКИЕ ЧТЕНИЯ

Сборник материалов
научно-практической конференции
по итогам научно-исследовательской работы 2018 года
преподавателей Сыктывкарского лесного института

Сыктывкар, Сыктывкарский лесной институт,
25—28 февраля 2019 года

Научное электронное издание на компакт-диске

Сыктывкар 2019

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, старший научный сотрудник; **С. М. Полещиков**, доктор физико-математических наук, профессор;
«Сельскохозяйственные науки»: **В. В. Пахучий**, доктор сельскохозяйственных наук, профессор; **Е. В. Юркина**, доктор биологических наук, доцент

Сыктывкарский лесной институт, начиная с 2005 года, организует и проводит научно-практическую конференцию «Февральские чтения», на которой свои научные достижения за прошедший календарный год представляют ведущие преподаватели и научные сотрудники института.

Тематика научно-исследовательских работ преподавателей соответствует основным направлениям ООП, а внутривузовская научная тема определяет и общую направленность кафедральных научных исследований.

В данном сборнике представлены исследования и по научной теме института, а именно по направлению «Научно-методологические основы и практические рекомендации по переводу лесосырьевой базы Республики Коми на инновационную интенсивную модель расширенного воспроизводства».

Сборник материалов научно-практической конференции размещен в наукометрической базе РИНЦ и представляет особый 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 2019/20 учеб. г. Изд. № 35.

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

* * *

Научное электронное издание на компакт-диске

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 № 8. Тираж 18 экз. Объем 30 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 978-5-9239-0971-5

Регистр. номер в ФГУП «Информрегистр» 0321904276

© Составление. СЛИ, 2019

СОДЕРЖАНИЕ

ПРЕДИСЛОВИЕ	5
АВТОРСКИЙ УКАЗАТЕЛЬ	6
АННОТАЦИИ	7
СТАТЬИ	16
Направление «НАУЧНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ И ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПЕРЕВОДУ ЛЕСОСЫРЬЕВОЙ БАЗЫ РЕСПУБЛИКИ КОМИ НА ИННОВАЦИОННУЮ ИНТЕНСИВНУЮ МОДЕЛЬ РАСШИРЕННОГО ВОСПРОИЗВОДСТВА»	16
<i>Большаков А. С.</i> Перспективы устойчивого лесопользования в лесном хозяйстве	16
<i>Губер Д. В.</i> Динамика таксационных показателей сосновых насаждений на осушаемых лесных землях Республики Коми (на примере Корткеросского лесничества).....	24
<i>Дорофеева А. А., Кутявин И. Н.</i> Сравнительная характеристика естественного и искусственного возобновления в зоне притундровых лесов и редкостойной тайги Республики Коми (на примере Печорского лесничества).....	27
<i>Ипатов Е. У., Дёмин В. А., Пахучая Л. М.</i> ИК Фурье спектроскопия древесины ели, пораженной еловой губкой.....	31
<i>Илларионов В. А., Слабиков В. С., Вайс К. Е.</i> Проектирование и строительство лесовозных дорог в сложных инженерно-геологических условиях территории Республики Коми.....	37
<i>Катарев В. Г.</i> Дендрощкала сосновых древостоев на осушаемых лесных землях в Двинско-Вычегодском таежном районе (Республика Коми).....	44
<i>Пахучая Л. М., Пахучий В. В.</i> Комплексная оценка влияния осушения на лесные биогеоценозы на Южном Тимане	49
<i>Поляков И. А., Кульминский А. Ф.</i> Технологический процесс и средства механизации рубок ухода за лесом с заготовкой топливной щепы	55
<i>Харионовская И. В.</i> Теория и практика определения неистощительности лесопользования (на примере Республики Коми).....	59
<i>Чупров В. Т., Поздеев В. В.</i> Современные технологии: особенности их развития и применения	65
<i>Шутов Д. Г., Кульминский А. Ф.</i> Универсальная лесная транспортно-технологичная машина для рубок ухода за лесом.....	69
Направление «ТЕХНОЛОГИЯ ЗАГОТОВКИ И ПЕРЕРАБОТКИ ДРЕВЕСИНЫ»	73
<i>Ганопольский С. Г.</i> Повышение полезного выхода древесины при раскросе хлыстов на сортименты	73
<i>Кочева М. Н., Шахова Т. В.</i> Технологический процесс лесопереработки древесины погибших, поврежденных и перестойных лесных насаждений для пиролизного производства в ООО «Печораэнергоресурс»	75
<i>Леканова Т. Л., Поздеев В. В.</i> Проект создания производства по переработке древесных отходов	78
Направление «РЕШЕНИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ПРОБЛЕМ В ЦБП»	86
<i>Дёмин В. А., Полещиков С. М.</i> Потенциометрия и математическое моделирование окислительных реакций в системе «хлорноватистая кислота — гипохлорит-ион»	86
<i>Попов И. А., Дёмин В. А., Полещиков С. М.</i> Анализ потенциометрических кривых гипохлорита натрия в суспензии лиственной сульфатной целлюлозы	90
Направление «ЗАГРЯЗНЕНИЕ И ОХРАНА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ»	95
<i>Коньк О. А.</i> Концепция управления отходами в Российской Федерации, Республике Коми и МО ГО «Сыктывкар»	95
<i>Коньк О. А., Бондаренко М. Н.</i> Применение наилучших доступных технологий для утилизации отходов обогащения угля АО «Воркутауголь» ПАО «Северсталь»....	105

<i>Коньк О. А., Кравцов А. Я.</i> Разработка проекта предприятия по утилизации пластиковых отходов	112
Направление «ЛАНДШАФТНАЯ АРХИТЕКТУРА И ФОРМИРОВАНИЕ КОМФОРТНОЙ ГОРОДСКОЙ СРЕДЫ»	118
<i>Романов Г. Г.</i> Система озеленения столицы Республики Коми	118
<i>Чувьюрлова П. И., Паршина Е. И.</i> Озеленение и благоустройство территории промышленного предприятия на примере ООО «Лузалес»	126
Направление «ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЕ ОТРАСЛЕЙ НАРОДНОГО ХОЗЯЙСТВА»	130
<i>Готман Н. Э., Шумилова Г. П.</i> Определение топологии сети по изменению векторных измерений в переходных процессах, связанных с отключением линии	130
<i>Чехонин В. Н.</i> Целепологание в формате SMART при монтаже электрооборудования	137
<i>Чукреев М. Ю.</i> Оценка современного состояния показателей балансовой надежности коми электроэнергетической системы при работе в составе ЕЭС России	142
<i>Шумилова Г. П., Готман Н. Э.</i> Применение устройств синхронизированных векторных измерений для идентификации топологии электрической сети	150
Направление «ФОРМИРОВАНИЕ И РАЗВИТИЕ ИННОВАЦИОННОГО ЛЕСНОГО КЛАСТЕРА В РЕСПУБЛИКЕ КОМИ»	160
<i>Левина И. В.</i> Развитие цифровой экономики в Российской Федерации	160
<i>Мачурова Н. Н.</i> Социально-психологическое сопровождение студентов с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов в условиях обучения в техническом вузе (на примере Сыктывкарского лесного института)	166
<i>Морозова Е. В.</i> Группировка затрат на оплату труда	174
<i>Морозова Е. В., Сластихина Л. В.</i> опыт сопряжения профессионального стандарта «Бухгалтер» и основной образовательной программы бакалавриата из практики СЛИ	181
<i>Морозова Е. В., Сластихина Л. В.</i> Налоговый контроль в цифровой экономике	190
<i>Самородницкий А. А.</i> К вопросу об определении компетенций и их индикаторов на основе профессионального стандарта «Специалист по информационным системам» в образовательной программе «Информационные системы и технологии» уровня бакалавра	196
<i>Сластихина Л. В., Черноиванов В. В.</i> Анализ кредитоспособности деревообрабатывающих организаций	212
НАПРАВЛЕНИЕ «МОДЕЛИРОВАНИЕ ФИЗИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ»	218
<i>Ефимец Ю. Ю.</i> Магнитные и релаксационные свойства многослойных пленок композит — композит/полупроводник	218
<i>Полещиков С. М., Турьев А. В.</i> Ангармонический осциллятор в интерпретации ИК-спектра изгибных колебаний кольцевых молекул	224
<i>Чупров И. А., Плешев Д. А., Асадуллин Ф. Ф., Власов В. С., Котов Л. Н.</i> Способы возбуждения магнитоупругих колебаний	227

ПРЕДИСЛОВИЕ

25—28 февраля 2019 года в Сыктывкарском лесном институте состоялись ежегодные февральские чтения.

Сыктывкарский лесной институт с 2005 года организует и проводит научно-практическую конференцию «Февральские чтения», на которой свои научные достижения за прошедший календарный год представляют ведущие преподаватели и научные сотрудники института.

«НИР преподавателей — на благо развития лесной науки» — именно таким был смысловой посыл Февральских чтений, на которых были представлены результаты научного труда преподавательского коллектива института по трем научным школам: «Технические науки», «Сельскохозяйственные науки» и «Социально-экономические и общественные науки».

Главным стартом к научному форуму стало пленарное заседание. *Горбатенко Николай Александрович*, выпускник СЛИ 2018 г. по направлению подготовки «Теплоэнергетика и теплотехника», инженер по наладке и испытаниям теплоэнергетического оборудования ООО «Ростехконтроль» (г. Ухта), представил доклад «Способ извлечения тепловой энергии на нефтяном месторождении (на примере Ярегского нефтяного месторождения)». Это исследование позволило не только оформить заявку на изобретение, но и получить патент.

В СЛИ свои научные идеи реализуют и зрелые ученые, чей труд отмечен на самом высоком уровне. Премию Правительства Республики Коми в области научных исследований в 2018 г. получила *Еремеева Людмила Эмировна*, доцент кафедры «Технологические, транспортные машины и оборудование», которая выступила с докладом «Организация транспортно-логистической инфраструктуры региона СЗФО: проблемы и факторы».

Коньк Ольга Ананиевна, кандидат технических наук, доцент, в своем докладе «Концепция управления отходами в МО ГО «Сыктывкар» и Республике Коми» обозначила проблему, связанную с утилизацией бытовых отходов, предложив конкретное решение.

Фёдорова Эльвира Ильинична, кандидат химических наук, доцент, и *Русанов Никита Александрович*, студент 4 курса направления подготовки «Химическая технология», проводя совместные научные исследования в рамках деятельности студенческой научно-исследовательской лаборатории «Химия и технология целлюлозы», озанкомили собравшихся со своей аналитикой по вопросу «Современные технологии в ЦБП».

Высокий научный уровень пленарных докладов не мог не отразиться на результатах форума. В период работы конференции состоялось девять секций, два круглых стола, панельная дискуссия и научный семинар, было заслушано около 100 докладов, лучшие из которых, были отмечены дипломами и сертификатами в различных номинациях.

Февральские чтения — это праздник для самых активных и творческих натур — ученых, преподавателей и студентов, которые никогда не останавливаются на достигнутом и стремятся только вперед!

Оргкомитет конференции.

АВТОРСКИЙ УКАЗАТЕЛЬ

Асадуллин Ф. Ф.

Большаков А. С.
Бондаренко М. Н.

Вайс К. Е.
Власов В. С.

Ганопольский С. Г.
Готман Н. Э. (1, 2)
Губер Д. В.

Дёмин В. А. (1, 2, 3)
Дорофеева А. А.

Ефимец Ю. Ю.

Илларионов В. А.
Ипатова Е. У.

Катареу В. Г.
Коньк О. А. (1, 2, 3)
Котов Л. Н.
Кочева М. Н.
Кравцов А. Я.
Кульминский А. Ф. (1, 2)
Кутявин И. Н.

Левина И. В.
Леканова Т. Л.

Мачурова Н. Н.
Морозова Е. В. (1, 2, 3)

Паршина Е. И.
Пахучая Л. М. (1, 2)
Пахучий В. В.
Плешев Д. А.
Поздеев В. В. (1, 2)
Полещиков С. М. (1, 2, 3)
Поляков И. А.
Попов И. А.

Романов Г. Г.

Самородницкий А. А.
Слабиков В. С.
Сластихина Л. В. (1, 2, 3)

Турьев А. В.

Харионовская И. В.

Черноиванов В. В.
Чехонин В. Н.
Чувьюрова П. И.
Чукреев М. Ю.
Чупров В. Т.
Чупров И. А.

Шахова Т. В.
Шумилова Г. П. (1, 2)
Шутов Д. Г.

АННОТАЦИИ

НАУЧНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ И ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПЕРЕВОДУ ЛЕСОСЫРЬЕВОЙ БАЗЫ РЕСПУБЛИКИ КОМИ НА ИННОВАЦИОННУЮ ИНТЕНСИВНУЮ МОДЕЛЬ РАСШИРЕННОГО ВОСПРОИЗВОДСТВА

Большаков А. С. ПЕРСПЕКТИВЫ УСТОЙЧИВОГО ЛЕСОУПРАВЛЕНИЯ В ЛЕСНОМ ХОЗЯЙСТВЕ

Переформирование системы современного лесоуправления должно привести к экологически безопасному лесопользованию, устойчивости лесных экосистем и решению проблемы «кризиса жизни».

Губер Д. В. ДИНАМИКА ТАКСАЦИОННЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ СОСНОВЫХ НАСАЖДЕНИЙ НА ОСУШАЕМЫХ ЛЕСНЫХ ЗЕМЛЯХ РЕСПУБЛИКИ КОМИ (НА ПРИМЕРЕ КОРТКЕРОССКОГО ЛЕСНИЧЕСТВА)

Выполнено изучение динамики таксационных показателей сосновых насаждений на объектах гидромелиорации в Республике Коми на структуре осушенного соснового древостоя.

Дорофеева А. А., Кутявин И. Н. СРАВНИТЕЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ЕСТЕСТВЕННОГО И ИСКУССТВЕННОГО ВОЗОБНОВЛЕНИЯ В ЗОНЕ ПРИТУНДРОВЫХ ЛЕСОВ И РЕДКОСТОЙНОЙ ТАЙГИ РЕСПУБЛИКИ КОМИ (НА ПРИМЕРЕ ПЕЧОРСКОГО ЛЕСНИЧЕСТВА)

В статье проводится сравнение естественного и искусственного лесовозобновления в зоне притундровых лесов и редкостойной тайги Республики Коми.

Ипатова Е. У., Дёмин В. А., Пахучая Л. М. ИК ФУРЬЕ СПЕКТРОСКОПИЯ ДРЕВЕСИНЫ ЕЛИ, ПОРАЖЕННОЙ ЕЛОВОЙ ГУБКОЙ

Методом ИК Фурье спектроскопии были изучены изменения древесины ели в результате ее деструкции еловой губкой — грибом *Phellinus pini* var *abietis* Karst. Показано, что наибольшие изменения происходят в областях спектра, характеризующих валентные колебания функциональных групп полисахаридов и лигнина — гидроксильных и карбонильных ($\nu_{\text{O-H}}$, $\nu_{\text{C=O}}$). При этом наблюдаются как гипсохромные (ν_{CH_2} , ν_{CH}), так и батохромные (ν_{OH}) сдвиги полос пропускания валентных колебаний. Неизменными остаются максимумы двух полос пропускания около 1601 и 1506—1508 cm^{-1} , характерные для ароматических структур лигнинных веществ древесины, что может быть следствием воздействия ферментных систем, продуцируемых еловой губкой, преимущественно на боковые (алифатические) цепи лигнина и полисахариды с образованием карбонильных и гидроксильных групп.

Илларионов В. А., Слабиков В. С., Вайс К. Е. ПРОЕКТИРОВАНИЕ И СТОИТЕЛЬНОСТЬ ЛЕСОВОЗНЫХ ДОРОГ В СЛОЖНЫХ ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЯХ ТЕРРИТОРИИ РЕСПУБЛИКИ КОМИ

Рассмотрены условия проектирования и строительства лесовозных дорог на территории Республики Коми. Вскрыты основные причины деформации дорожных одежд, связанные с нарушением устойчивости тела насыпей, под действием природных факторов и внешних нагрузок. При недостатке местных дорожно-строительных материалов приведены рекомендации по усилению дорожных одежд на слабых и неустойчивых грунтах оснований. Предложены конструкции дорожных одежд с учетом внедрения новых технологий, расчетных схем и математических моделей.

Катарев В. Г. ДЕНДРОШКАЛА СОСНОВЫХ ДРЕВОСТОЕВ НА ОСУШАЕМЫХ ЛЕСНЫХ ЗЕМЛЯХ В ДВИНСКО-ВЫЧЕГОДСКОМ ТЯЖЕЛЫМ РАЙОНЕ (РЕСПУБЛИКА КОМИ)

На основе данных, полученных в процессе прохождения производственной практики на базе ГУ «Корткеросское лесничество», рассмотрены вопросы, касающиеся вклада климатических изменений в динамику прироста.

Пахучая Л. М., Пахучий В. В. КОМПЛЕКСНАЯ ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ ОСУШЕНИЯ НА ЛЕСНЫЕ БИОГЕОЦЕНОЗЫ НА ЮЖНОМ ТИМАНЕ

В работе дана комплексная оценка влияния лесосошения на рост леса, его возобновление, состояние редких и охраняемых растений, включенных в Красную книгу Республики Коми. Рассмотрены возможности выращивания на осушаемых лесных землях лесных культур с участием ценных хвойных пород, в том числе кедра сибирского. Приведены оценки рекреационного потенциала насаждений на объектах гидромелиорации в зеленой зоне г. Ухты.

Поляков И. А., Кульминский А. Ф. ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ПРОЦЕСС И СРЕДСТВА МАШИНИЗАЦИИ РУБОК УХОДА ЗА ЛЕСОМ С ЗАГОТОВКОЙ ТОПЛИВНОЙ ЩЕПЫ

Описаны мероприятия, входящие в состав рубок ухода за лесом без заготовки древесины, способы использования древесной биомассы. Предложен вариант технологического процесса рубок ухода за лесом с заготовкой топливной щепы для условий Республики Коми с учетом выполнения лесохозяйственных и экологических требований.

Харионовская И. В. ТЕОРИЯ И ПРАКТИКА ОПРЕДЕЛЕНИЯ НЕИСТОЩИТЕЛЬНОСТИ ЛЕСОПОЛЬЗОВАНИЯ (НА ПРИМЕРЕ РЕСПУБЛИКИ КОМИ)

В статье рассматриваются различные подходы к содержанию понятия неистощительности лесопользования и способам ее оценки, а также связанная с ним законодательная практика определения ежегодного максимально возможного объема заготовки лесных ресурсов. Проанализированы преимущества и недостатки рассматриваемых методов, а также опыт определения неистощительности лесопользования в Республике Коми. Даны рекомендации по приме-

нению различных методов оценки в соответствии с территориальными особенностями ведения лесного хозяйства и лесопользования.

Чупров В. Т., Поздеев В. В. СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ: ОСОБЕННОСТИ ИХ РАЗВИТИЯ И ПРИМЕНЕНИЯ

В статье представлены результаты исследований цифровых, аналоговых и интернет технологий, а также аддитивных технологий (далее — АТ), включающих послойное наращивание изделий с помощью 3D-технологий. Сформированы предложения по использованию АТ в процессах экструзии, напыления и ламинирования для получения сложных геометрических форм. Представлены классическая и модернизированная схемы лазерного наложения порошков на поверхность изделий. Отмечены недостатки и достоинства 3D-технологий по сравнению с технологией механического удаления лишнего материала с поверхности заготовок.

Шутов Д. Г., Кульминский А. Ф. УНИВЕРСАЛЬНАЯ ЛЕСНАЯ ТРАНСПОРТНО-ТЕХНОЛОГИЧНАЯ МАШИНА ДЛЯ РУБОК УХОДА ЗА ЛЕСОМ

Приведены основные лесоводственные, экологические и технологические требования к конструкции универсальной транспортно-технологической машины для рубок ухода за лесом с заготовкой топливной щепы. Предложен вариант общей компоновки фронтальной универсальной транспортно-технологической машины для слабонесущих грунтов выполненный по агрегатному методу проектирования с целью достижения максимальной производительности.

НАПРАВЛЕНИЕ «ТЕХНОЛОГИЯ ЗАГОТОВКИ И ПЕРЕРАБОТКИ ДРЕВЕСИНЫ»

Ганапольский С. Г. ПОВЫШЕНИЕ ПОЛЕЗНОГО ВЫХОДА ДРЕВЕСИНЫ ПРИ РАСКРОЕ ХЛЫСТОВ НА СОРТИМЕНТЫ

На основе экспериментальных исследований получены зависимости относительных диаметров от относительных длин стволов для четырех пород, что позволяет оптимизировать программу распиловки на сортименты.

Кочева М. Н., Шахова Т. В. ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ПРОЦЕСС ЛЕСОПЕРЕРАБОТКИ ДРЕВЕСИНЫ ПОГИБШИХ, ПОВРЕЖДЕННЫХ И ПЕРЕСТОЙНЫХ ЛЕСНЫХ НАСАЖДЕНИЙ ДЛЯ ПИРОЛИЗНОГО ПРОИЗВОДСТВА В ООО «ПЕЧОРАЭНЕРГОРЕСУРС»

В статье рассмотрена глубокая переработка древесных отходов, что в дальнейшем позволит предприятию рационально использовать имеющиеся ресурсы.

Леканова Т. Л., Поздеев В. В. ПРОЕКТ СОЗДАНИЯ ПРОИЗВОДСТВА ПО ПЕРЕРАБОТКЕ ДРЕВЕСНЫХ ОТХОДОВ

В статье рассмотрена возможность создания производственных мощностей по выпуску биотоплива из древесных отходов Жешартского фанерного комби-

ната и линии по производству прессованных поддонов из опила. Рассчитаны технологические и экономические параметры предложенных производств, сделаны соответствующие выводы.

НАПРАВЛЕНИЕ «РЕШЕНИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ПРОБЛЕМ В ЦБП»

Дёмин В. А., Полешиков С. М. ПОТЕНЦИОМЕТРИЯ И МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ОКИСЛИТЕЛЬНЫХ РЕАКЦИЙ В СИСТЕМЕ «ХЛОРНОВАТИСТАЯ КИСЛОТА — ГИПОХЛОРИТ-ИОН»

Методом потенциометрии и математического моделирования изучено влияние величины рН на скорость реакции активного хлора (HClO ; ClO^-) с остаточным лигнином небеленой лиственной сульфатной целлюлозы. На основе анализа литературы и экспериментальных данных предположено, что в интервале рН 5÷10 химические реакции активного хлора могут протекать в соответствии с кинетическим уравнением вида: $v = k[\text{HClO}] \cdot [\text{ClO}^-]^{1/2} \cdot [\text{Lignin}]$. Экспериментально и математически показано, что максимум скорости окисления остаточного лигнина небеленой сульфатной целлюлозы может отвечать значению рН $\approx 6,8$ (при 25 °С).

Попов И. А., Дёмин В. А., Полешиков С. М. АНАЛИЗ ПОТЕНЦИОМЕТРИЧЕСКИХ КРИВЫХ ГИПОХЛОРИТА НАТРИЯ В СУСПЕНЗИИ ЛИСТВЕННОЙ СУЛЬФАТНОЙ ЦЕЛЛЮЛОЗЫ

Методом потенциометрии изучена скорость реакции остаточного лигнина лиственной сульфатной целлюлозы (16 ед. Каппа) с гипохлоритом натрия в интервале значений рН 10,8—6,9. По мере снижения величины рН суспензии сульфатной целлюлозы в гипохлоритном растворе от 8,9 до 6,9 наблюдается повышение значения скорости изменения редокс потенциала $d\phi/dt$, что свидетельствует об увеличении скорости расходования активного хлора. Наибольшая скорость расходования активного хлора отмечена при рН = 6,9. Показано, что в щелочной среде при рН 8,9—10,8, скорость расходования активного хлора минимальна и примерно одинакова, что может быть связано с практически полным отсутствием в растворе хлорноватистой кислоты, участвующей в окислительных процессах совместно с ионами гипохлорита.

НАПРАВЛЕНИЕ «ЗАГРЯЗНЕНИЕ И ОХРАНА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ»

Коньк О. А. КОНЦЕПЦИЯ УПРАВЛЕНИЯ ОТХОДАМИ В РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ, РЕСПУБЛИКЕ КОМИ И МО ГО «СЫКТЫВКАР»

Анализ обращения с отходами на территории Российской Федерации, Республики Коми, МО ГО «Сыктывкар» свидетельствует о неудовлетворительном состоянии мест сбора отходов, системы вывоза и хранения отходов. На полигонах ТКО складываются отходы бумаги, картона, пластика, стеклобой, которые являются вторичными материальными ресурсами. Предлагается современная региональная программа по обращению с отходами, включающая отдельный сбор отходов, установку новых контейнеров, строительство современных кон-

тейнерных площадок, мусоросортировочных заводов, мусорных кластеров. Для строительства объектов обращения с отходами необходимо разработать проекты, провести экологическую и техническую экспертизы, получить комплексные экологические разрешения.

Коньк О. А., Бондаренко М. Н. ПРИМЕНЕНИЕ НАИЛУЧШИХ ДОСТУПНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ДЛЯ УТИЛИЗАЦИИ ОТХОДОВ ОБОГАЩЕНИЯ УГЛЯ АО «ВОРКУТАУГОЛЬ» ПАО «СЕВЕРСТАЛЬ»

В России угольная отрасль промышленности является одной из значимых. Однако при добыче угля и его обогащения образуются отходы производства, которые необходимо рационально использовать, а не складировать в отвалах и хвостохранилищах. Для выбора современной технологии был использован информационно-технический справочник наилучших доступных технологий «Добыча и обогащение угля». На базе справочника была разработана технологическая схема, подобрано оборудование, рассчитаны технико-экономические показатели проекта утилизации отходов углеобогащения.

Коньк О. А., Кравцов А. Я. РАЗРАБОТКА ПРОЕКТА ПРЕДПРИЯТИЯ ПО УТИЛИЗАЦИИ ПЛАСТИКОВЫХ ОТХОДОВ

Анализ обращения с пластиковыми отходами свидетельствует, что, несмотря на большие объемы образования, степень их использования в качестве вторичных материальных ресурсов остается очень низкой. В основном отработанный пластик размещается на полигонах и свалках, загрязняет объекты окружающей среды, приводит к гибели животных. Предлагается проект виртуального предприятия по утилизации пластиковых отходов (ПЭТ-бутылок), предусматривающий технологическую схему получения пластиковых модулей и их использование в качестве составляющей современного дорожного полотна.

НАПРАВЛЕНИЕ «ЛАНДШАФТНАЯ АРХИТЕКТУРА И ФОРМИРОВАНИЕ КОМФОРТНОЙ ГОРОДСКОЙ СРЕДЫ»

Романов Г. Г. СИСТЕМА ОЗЕЛЕНЕНИЯ СТОЛИЦЫ РЕСПУБЛИКИ КОМИ

Установлено, что с ландшафтно-архитектурной точки зрения г. Сыктывкар, столица Республики Коми, по ряду объективных причин является безликим, ничем незапоминающимся северным городом. Для кардинального улучшения ситуации с озеленением на основе структурно-функционального подхода разработана система озеленения города. Элементы структуры и связи между ними, формирующие систему, включают в себя ботанические сады, вузы и агропромышленный техникум, производственные организации по озеленению и уходу за городскими насаждениями, будущий декоративный питомник. Предполагается, что координировать систему озеленения города и управлять ею должна администрация столицы. Определено место будущего декоративного питомника в системе озеленения города. Предложены варианты создания декоративного питомника для целей озеленения г. Сыктывкара.

Чувьюрова П. И., Паршина Е. И. ОЗЕЛЕНЕНИЕ И БЛАГОУСТРОЙСТВО ТЕРРИТОРИИ ПРОМЫШЛЕННОГО ПРЕДПРИЯТИЯ НА ПРИМЕРЕ ООО «ЛУЗАЛЕС»

В статье рассмотрена возможность расширения зеленого каркаса г. Сыктывкара за счет развития локальных зеленых зон. В связи с указанной проблемой была поставлена тема создания проекта по озеленению и благоустройству территории промышленного предприятия на примере ООО «Лузалес». Для достижения цели была разработана рациональная архитектурно-ландшафтная структура территории, которая предусматривала создание функциональных зон, разработку дорожно-тропиночной сети для удобного передвижения пешеходов к необходимым структурным элементам и подбор цветочно-декоративных растений с учетом природно-климатических условий. Также на территории была создана оптимальная санитарно-гигиеническая среда путем разработки тропы здоровья, для которой были выбраны аборигенные виды и устойчивые интродуценты, обладающие фитонцидными и декоративными свойствами. Благоустройство тропы предусматривает создание мест отдыха и малых архитектурных форм. Таким образом, эти территории способны повысить эстетические и санитарно-гигиенические характеристики городской среды, создать условия для комфортного пребывания человека на рабочем месте, придать стиль и имидж предприятию.

НАПРАВЛЕНИЕ «ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЕ ОТРАСЛЕЙ НАРОДНОГО ХОЗЯЙСТВА»

Готман Н. Э., Шумилова Г. П. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТОПОЛОГИИ СЕТИ ПО ИЗМЕНЕНИЮ ВЕКТОРНЫХ ИЗМЕРЕНИЙ В ПЕРЕХОДНЫХ ПРОЦЕССАХ, СВЯЗАННЫХ С ОТКЛЮЧЕНИЕМ ЛИНИИ

Рассмотрено решение задачи по определению топологии сети в переходном режиме на основе искусственных нейронных сетей. В качестве входных данных использовались измерения от устройств синхронизированных векторных измерений. Экспериментальные расчеты проведены на тестовой 14-узловой схеме электрической сети.

Чехонин В. Н. ЦЕЛЕПОЛОГАНИЕ В ФОРМАТЕ SMART ПРИ МОНТАЖЕ ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ

В статье рассматривается совершенствование системы управления при выполнении электромонтажных работ. Предложена методика постановки цели в формате SMART при монтаже электрооборудования.

Чукреев М. Ю. ОЦЕНКА СОВРЕМЕННОГО СОСТОЯНИЯ ПОКАЗАТЕЛЕЙ БАЛАНСОВОЙ НАДЕЖНОСТИ КОМИ ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ ПРИ РАБОТЕ В СОСТАВЕ ЕЭС РОССИИ

В статье представлена общая информация о энергосистеме республики Коми. Проведен анализ существующих математических моделей оценки показателей балансовой надежности как в России, так и в мире. Дается анализ россий-

ских и зарубежных показателей балансовой надежности, описываются вопросы информационного обеспечения задачи оценки показателей балансовой надежности электроэнергетических сетей. Приведены результаты расчета показателей балансовой надежности для расчетной схемы энергосистемы республики Коми.

Шумилова Г. П., Готман Н. Э. ПРИМЕНЕНИЕ УСТРОЙСТВ СИНХРОНИЗИРОВАННЫХ ВЕКТОРНЫХ ИЗМЕРЕНИЙ ДЛЯ ИДЕНТИФИКАЦИИ ТОПОЛОГИИ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ СЕТИ

Дан обзор работ зарубежных авторов по идентификации топологии электрической сети с применением устройств синхронизированных векторных измерений.

НАПРАВЛЕНИЕ «ФОРМИРОВАНИЕ И РАЗВИТИЕ ИННОВАЦИОННОГО ЛЕСНОГО КЛАСТЕРА В РЕСПУБЛИКЕ КОМИ»

Левина И. В. РАЗВИТИЕ ЦИФРОВОЙ ЭКОНОМИКИ В РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

В статье рассматриваются вопросы создания в Российской Федерации цифровой экономики, дается оценка степени готовности перехода на цифровую экономику, анализируются цели и задачи реализации национального проекта «Цифровая экономика».

Мачурова Н. Н. СОЦИАЛЬНО-ПСИХОЛОГИЧЕСКОЕ СОПРОВОЖДЕНИЕ СТУДЕНТОВ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ И ИНВАЛИДОВ В УСЛОВИЯХ ОБУЧЕНИЯ В ТЕХНИЧЕСКОМ ВУЗЕ (НА ПРИМЕРЕ СЫКТЫВКАРСКОГО ЛЕСНОГО ИНСТИТУТА)

Статья посвящена проблеме социально-психологического сопровождения студентов с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов в условиях обучения в вузе. Перечислены психологические проблемы и существующие сложности с учетом заболеваний студентов. Рассматриваются основные виды психологической диагностики и коррекционной работы (тренинга) для студентов с ограниченными возможностями здоровья. Представлены основные направления и принципы социально-психологического сопровождения.

Морозова Е. В. ГРУППИРОВКА ЗАТРАТ НА ОПЛАТУ ТРУДА

Рассмотрены факторы, определяющие состав выплат в пользу работника. Приведены основные признаки группировки затрат на оплату труда в бухгалтерском, налоговом и статистическом учете.

Морозова Е. В., Сластихина Л. В. ОПЫТ СОПРЯЖЕНИЯ ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО СТАНДАРТА «БУХГАЛТЕР» И ОСНОВНОЙ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ БАКАЛАВРИАТА ИЗ ПРАКТИКИ СЛИ

В статье рассмотрен опыт формирования образовательных программ по профилю «Бухгалтерский учет, анализ и аудит» в Сыктывкарском лесном ин-

ституте на основе требований профессионального стандарта «Бухгалтер». Определенные профессиональным стандартом «Бухгалтер» трудовые функции и требуемые для их выполнения знания, навыки и умения являются ориентиром для описания компетенций образовательной программы, которые должны освоить учащиеся к моменту завершения процесса обучения.

Морозова Е. В., Сластихина Л. В. НАЛОГОВЫЙ КОНТРОЛЬ В ЦИФРОВОЙ ЭКОНОМИКЕ

Рассмотрено развитие электронного документооборота между ФНС России и налогоплательщиками, организация электронного документооборота через операторов ЭДО, основные изменения, связанные с формированием государственного информационного ресурса бухгалтерской финансовой отчетности.

Самородницкий А. А. К ВОПРОСУ ОБ ОПРЕДЕЛЕНИИ КОМПЕТЕНЦИЙ И ИХ ИНДИКАТОРОВ НА ОСНОВЕ ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО СТАНДАРТА «СПЕЦИАЛИСТ ПО ИНФОРМАЦИОННЫМ СИСТЕМАМ» В ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЕ «ИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ И ТЕХНОЛОГИИ» УРОВНЯ БАКАЛАВРА

Рассматривается процедура определения компетенций и их индикаторов при обновлении основной профессиональной образовательной программы «Информационные системы и технологии» на основе профессионального стандарта «Специалист по информационным системам». Обсуждаются возникающие при этом вопросы.

Сластихина Л. В., Черноиванов В. В. АНАЛИЗ КРЕДИТОСПОСОБНОСТИ ДЕРЕВООБРАБАТЫВАЮЩИХ ОРГАНИЗАЦИЙ

В статье уточнено понятие кредитоспособности организации, рассмотрена методика анализа кредитоспособности деревообрабатывающих организаций на основе значений финансовых коэффициентов, определенных экспертным путем для крупных, средних и малых организаций отрасли.

НАПРАВЛЕНИЕ «МОДЕЛИРОВАНИЕ ФИЗИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ»

Ефимец Ю. Ю. МАГНИТНЫЕ И РЕЛАКСАЦИОННЫЕ СВОЙСТВА МНОГОСЛОЙНЫХ ПЛЕНОК КОМПОЗИТ — КОМПОЗИТ/ПОЛУПРОВОДНИК

На основе экспериментальных исследований явления сверхвысокочастотного ферромагнитного резонанса наноструктурированных пленок и пленочных структур различных составов выявлены связи между магнитными, проводящими свойствами и наноструктурой композитных (металл-диэлектрических) и многослойных пленок: композит — композит, композит — полупроводник.

Полещиков С. М., Турьев А. В. АНГАРМОНИЧЕСКИЙ ОСЦИЛЛЯТОР В ИНТЕРПРЕТАЦИИ ИК-СПЕКТРА ИЗГИБНЫХ КОЛЕБАНИЙ КОЛЬЦЕВЫХ МОЛЕКУЛ

Метод расчета задачи ангармонического осциллятора применен к молекуле силациклобутана.

Чупров И. А., Плешев Д. А., Асадуллин Ф. Ф., Власов В. С., Котов Л. Н. СПОСОБЫ ВОЗБУЖДЕНИЯ МАГНИТОУПРУГИХ КОЛЕБАНИЙ

Проанализированы несколько способов возбуждения магнитоупругих колебаний в магнетике. В качестве предмета исследования выбраны самые популярные и эффективные методы возбуждения колебаний: магнитными полями, электрическими полями и оптическим воздействием. При обзоре возбуждения колебаний намагниченности магнитными полями разобрана классическая задача магнитного возбуждения, сделаны выводы о ряде недостатков данного способа. При рассмотрении возбуждения магнитоупругих колебаний электрическими полями показаны несколько вариантов возбуждения магнитной подсистемы, обозначены область применения, достоинства и недостатки электрического метода. При обзоре возбуждения колебаний оптическим способом изучены взаимодействия различной природы, возникающие в образце. Показаны модель оптического воздействия, схема распространения упругих волн, схема конструкции, осуществляющей оптическое воздействие и детектирование результатов. Сделан вывод о наибольшей эффективности применения оптического воздействия для возбуждения магнитоупругой подсистемы магнетика.

СТАТЬИ

НАПРАВЛЕНИЕ «НАУЧНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ И ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПЕРЕВОДУ ЛЕСОСЫРЬЕВОЙ БАЗЫ РЕСПУБЛИКИ КОМИ НА ИННОВАЦИОННУЮ ИНТЕНСИВНУЮ МОДЕЛЬ РАСШИРЕННОГО ВОСПРОИЗВОДСТВА»¹

УДК 630*6

Переформирование системы современного лесопользования должно привести к экологически безопасному лесопользованию, устойчивости лесных экосистем и решению проблемы «кризиса жизни».

Ключевые слова: устойчивое лесопользование, лесное хозяйство, биогеоценоз, экологическое лесопользование, экологически безопасный период.

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

ПЕРСПЕКТИВЫ УСТОЙЧИВОГО ЛЕСОУПРАВЛЕНИЯ В ЛЕСНОМ ХОЗЯЙСТВЕ

Новая парадигма взаимоотношения человека с лесными экосистемами не допускает дальнейшего развития эффективного лесного хозяйства, основываясь только на идее пользования лесными ресурсами. В слишком большом количестве случаев пользование лесом ведет к деградации или исчезновению леса, чтобы сохранилось доверие к «старой» системе управления лесным хозяйством, выстроенной вокруг идеи изъятия природного ресурса.

Формирование системы лесопользования можно представить в виде взаимодействия трех подсистем: 1) биогеоценоза, 2) лесопользования, 3) лесного хозяйства [1]. На рис. 1 приведены исторические этапы внедрения лесопользования и лесного хозяйства в систему лесного биогеоценоза:

А) Лесная территория начинает использоваться, но виды деятельности еще так малы, что не оказывают существенного влияния на лес (допромышленный период).

Б) Лесопользование уменьшает площадь лесной территории. Для снижения этого негативного процесса создается и начинает развиваться лесное хозяйство (промышленный период).

В) Лесопользование оказывает возрастающее (критическое) влияние на всю систему биогеоценоза, а лесное хозяйство расширяет сферу своего воздействия не только на вторичные леса, но и на остальные лесные территории (постиндустриальный период).

¹ В рамках научной темы научно-исследовательской деятельности Сыктывкарского лесного института.

Г) Почти вся лесная территория является объектом пользования «лесными услугами», а «правильное» лесное хозяйство распространяет свое действие не только на нее, но и на новые нелесные земли, в том числе на степи и пустыни, занимаясь на них лесовосстановлением и лесоразведением, в том числе лесными плантациями (экологобезопасный период). Таким образом появляется вероятность распространения лесов на остальную поверхность суши, т. е. будет осуществляться как бы обратный процесс — ведь когда-то давно леса покрывали всю поверхность Земли. В этот период правильное лесное хозяйство должно будет заниматься не просто охраной природы, но и содействием ее сохранению и возрождению, а также улучшением, повышением качества жизни развитого общества в окружающей природной среде.

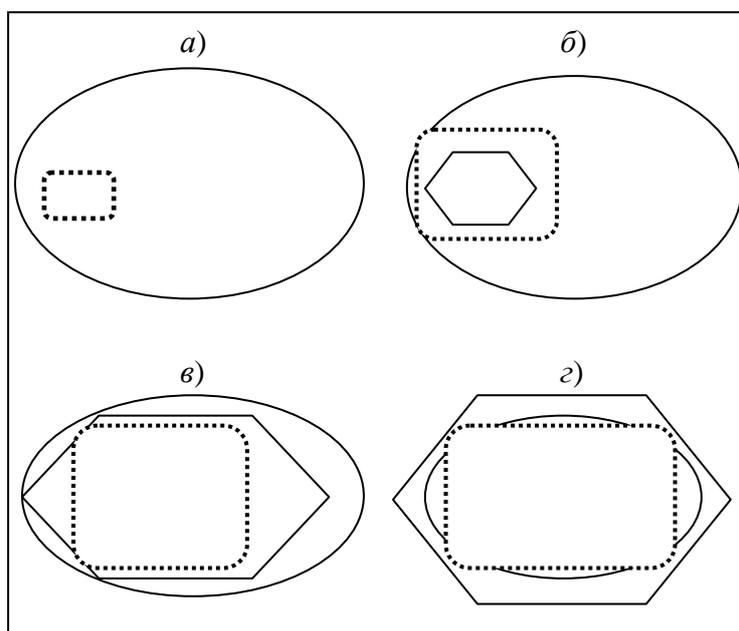


Рис. 1. Схема трансформации системы лесопользования

Обозначения: — покрытая лесом площадь (биогеоценоз) в направлении от а) к б), к в), к г) уменьшается по площади от антропогенного воздействия (лесопользования) и деградирует в следствие техногенного загрязнения;
 — лесная территория, находящаяся в лесопользовании (используемые лесные участки);
 — лесная территория, вовлеченная в расширенное лесохозяйственное воспроизводство (лесное хозяйство), переориентирующееся в будущем в лесовосстановительную деятельность на всей поверхности суши Земли (позиция г)

Если рассматривать нашу планету как один биогеоценоз, то баланс между геоценозом, фитоценозом, микоценозом и зооценозом в нем формировался в течение долгого исторического периода и каждый организм, в том числе и человек, адаптирован именно к этому балансу. И важным с этих позиций становится расширенное воспроизводство всех параметров этого баланса, пока еще

сохранились в отдельных странах не затронутые антропогенным воздействием первичные, старовозрастные леса.

К моменту проведения Конференции ООН в Йоханнесбурге в 2002 г. сложилось общее понимание неизбежности перехода от пользования лесом на конкретной территории к экосистемному управлению лесом [2].

Таким образом, верховное значение (главенствующее положение) в совокупности наук о лесе должно занять лесоуправление, так как блага, которые накапливаются в духовной и материальной среде, нуждаются в управлении, проявляются в результате управления и необходимы для успешного управления. На рис. 2 приведена схема взаимодействия лесоуправления, лесной экосистемы, лесной экономики и других наук [1].



Рис. 2. Схема отношений лесоуправления, лесной экономики, лесных наук и лесной экосистемы

В отечественной науке о лесоуправлении выделялись четыре направления ее развития, охватывающие теорию, технику, организацию и методы управления — это лесоведение, лесоводство, лесоустройство, лесная экономика.

Классическое лесное хозяйство развивалось, не выходя за рамки представления о лесе как об источнике ресурсов и товаров для потребления. Лесное хозяйство длительное время оставалось одним из видов землепользования, при котором основной доход извлекается из древесной растительности. Реверансы в сторону экологических и социальных аспектов лесного хозяйства после решений ООН в Рио-де-Жанейро (1992 г.) пока еще не переросли в полной мере в

теорию лесного хозяйства, в лесную политику и лесное законодательство. В перспективе должна быть повсеместно распространена новая идеология — взаимодействие (сотрудничество) человека с лесными экосистемами. Можно было бы назвать ее экосистемным лесным хозяйством или экосистемным управлением лесом.

Необходимость разработки теории «экологического» лесного хозяйства продиктована «кризисом жизни». Отправной точкой разработки теории должно стать признание первичными законы природы по отношению к экономическим законам развития. Теория должна формировать и новое мировоззрение — совместное выживание природы и человека.

Управление через свои специфические возможности и средства воздействует на движение и развитие всего «организма» экономической системы, на его процессы: операционные, обслуживающие, социальные. Вместе с тем, акцентируя внимание на то, как управление воздействует на операции, часто игнорируется обратная связь, т. е. что происходит или должно происходить с самой управленческой деятельностью в результате управляющего воздействия. Это, естественно, вносит диспропорции в развитие системы менеджмента, тем самым снижая эффективность принимаемых мер или вообще приводя к отрицательным последствиям [1].

Предлагаемая система устойчивого лесопользования приведена на рис. 3. Общее лесопользование представляется совокупностью воздействия на лесной биогеоценоз сил природы, общества, организаций, государства. Концепция устойчивого развития связывает воедино окружающую среду, экономику и общество. Эти три основных компонента устойчивого развития часто определяются как три взаимозависимые цели: охраны окружающей среды (экологический аспект), экономического процветания и общественного благополучия. Экономическая стратегия лесопользования должна исходить из парадигмы устойчивого развития и генезиса лесопользования, обеспечивать формирование условий эффективного развития лесного хозяйства на основе государственных социально ориентированных методов управления лесами и рыночных механизмов.

Силы природы также могут оказывать негативное внешнее воздействие, вплоть до разрушения жизненных процессов катастрофами в виде падающих на землю метеоритов, комет и других небесных тел или извергающихся мощных вулканов и, как следствие, критических похолоданий или потеплений атмосферы и т. п. В других случаях природа способствует появлению и эволюции жизненных форм на Земле. Поэтому управление внешнее на лесной биогеоценоз можно подразделить на такие виды, как:

- 1) космическое (излучения, радиация, гравитация, движение небесных тел, включая кометы, астероиды, метеориты, притяжение Луны);
- 2) земное (электромагнитное поле, гравитация, движение земных плит, вулканическая деятельность и др.);
- 3) естественное внешнее от солнечной энергии, обеспечивающее фотосинтез растений и другие формы жизни;

4) антропогенное (техногенное), влияющее негативно на всю окружающую среду и все жизненные формы.

Первые два вида внешнего управления плохо изучены, не предсказуемы, но могут привести к катастрофическим изменениям или уничтожению всей жизни на Земле (в нашем случае не рассматриваются). Третье — сформировавшее и определяющее жизнь на Земле, четвертое — критическое для жизненных форм и самого человека, но пока сопровождает его и, к сожалению, усиливается развивающейся цивилизацией.



Рис. 3. Система лесоуправления

Управление естественное внешнее осуществляется за счет того, что лесная экосистема, будучи открытой системой, функционирует от внешней энергии радиации. Определенная часть солнечной энергии превращается растениями в процессе фотосинтеза в энергию химической связи синтезируемых органических веществ, представляющих собой продукцию экосистемы.

Солнечная энергия, превращенная в более концентрированную химическую, определяет метаболическую мощность экосистемы. Управление экосистем осуществляется энергией, поставляемой фотосинтезом.

Естественное внутреннее управление вытекает из главного свойства экосистемы — саморегуляции, которое подразумевает самостоятельное управление жизнью внутри каждого биогеоценоза. То есть группа организмов, которая находится в тесной взаимосвязи с другими живыми существами, а также факторами внешней среды, оказывает непосредственное влияние на всю структуру в целом. Именно их жизнедеятельность может повлиять на устойчивость и саморегуляцию экосистемы.

Естественное внутреннее управление в лесном биогеоценозе, обеспечивающее процесс формирования и эволюции экосистем, создается внутри жизненных форм в виде обменных процессов энергией на уровне клеток, генов и т. п. и осуществляется таким образом, что природные экосистемы «работают» без всяких забот и затрат со стороны человека на поддержание своей жизнеспособности и собственного развития. Более того, в них создается и заметная доля пищевых продуктов и других материалов, необходимых уже для жизни самого человека. Но главное: именно здесь очищаются большие объемы воздуха, возвращается в оборот пресная вода, формируется климат и др. С функциональной точки зрения экосистемы целесообразно анализировать в следующих направлениях: 1) потоки энергии; 2) пищевые цепи; 3) структура пространственно-временного разнообразия; 4) круговороты питательных элементов (биогеохимические круговороты); 5) развитие и эволюция и б) управление (кибернетика).

Природные системы, даже удаленные от человека, постоянно изменяются — они, скорее, не стабильны, а динамичны. Например, происходящие со временем изменения биоразнообразия могут быть отражением естественных процессов локального вымирания и вселения, из-за чего трудно понять, действует ли управление.

Управление внешнее техногенное (антропогенное) создает общий внешний негативный фон («измененную» среду) в виде радиоактивного, прочего промышленного и бытового загрязнения литосферы, гидросферы, атмосферы, биосферы, способных нейтрализовать эволюционные процессы лесной и иной растительности и потенциально уничтожить жизнь на Земле человеком.

«Управление» внешнее техногенное на лесной биогеоценоз выражается через прямое и косвенное воздействие на окружающую среду в совокупности всей геологической и промышленной деятельности человека, что ведет к деградации природной экосистемы.

Таким образом, управление внешнее антропогенное может изменить как управление естественное внешнее, так и управление естественное внутреннее в большинстве случаев в худшую сторону развития биогеоценоза.

Лесоуправление искусственное, как прямое воздействие на лесной биогеоценоз государственной системы, проявляется в трех взаимосвязанных и взаи-

мовляющих формах (направлениях): 1) управление природой (лесным биогеоценозом), 2) управление лесопользованием и 3) управление лесным хозяйством. Таким образом, искусственное лесопользование, как специфическое для лесного сектора экономики, проявляется сегодня в виде управления лесопользованием и лесным хозяйством, которые мы воспринимаем как взаимодополняющие понятия, а также управления лесным биогеоценозом или экосистемой. Учитывая, что лес является природным объектом, правильнее говорить не об управлении лесами, а об управлении биологическими процессами, протекающими в лесу, как в живом организме.

Обратная связь в системе лесопользования (рис. 3) играет решающую роль: она сигнализирует об отрицательных воздействиях любого вида внешнего управления: либо об ухудшении окружающей среды, либо о вероятности исчезновения жизни на Земле. В этих случаях требуется принятие незамедлительных мер по приведению системы в устойчивое состояние. Можно предположить, что в будущем будет развиваться экологическое лесное хозяйство, при этом управление искусственное будет нейтрализовать оба внешних управления.

Выводы:

1. Лесопользование как наука находится в стадии формирования (становления). Лесопользование как практическая деятельность имеет древние корни. Научную основу лесопользования составляет единство законов природы, биолого-лесоводственных принципов и социально-экономических закономерностей.

2. Самоутверждая себя как господствующий вид, человек разрывает системные связи, вне которых его существование невозможно. Осознавая себя как разумное существо, человек в то же время не должен ставить себя выше природы, считать вправе брать на себя управление биосферными процессами. Только понимая, что он является частью глобальной системы и что последствия его деятельности оказывают влияние на него самого, человек может устойчиво развиваться, не подвергая себя опасностям экологических катастроф, имеющих чаще всего антропогенное происхождение.

3. Современное развитие лесопользования определяется состоянием производства и экономики государств в целом и тенденциями их развития, т. е. основывается на экономических проблемах, не соизмеряя потребности человечества с возможностями природных экосистем удовлетворять эти потребности. Поэтому ресурсы биосферы расходуются быстрее, чем они могут восстанавливаться.

4. В международном сообществе сложилось общее понимание неизбежности перехода от пользования лесом на конкретной территории к экосистемному управлению лесом. В перспективе должна быть повсеместно распространена новая идеология лесопользования, основанная на взаимодействии (сотрудничестве) человека с лесными экосистемами.

Библиографический список

1. Большаков, А. С. Основы лесопользования [Текст] : учеб. пособие / А. С. Большаков. — Сыктывкар : СЛИ, 2017. — 80 с.

2. Писаренко, А. И. Лесное хозяйство России: от пользования к лесоуправлению [Текст] / А. И. Писаренко, В. В. Страхов. — Москва : Юриспруденция, 2002. — 586 с.

УДК 630*562

Выполнено изучение динамики таксационных показателей сосновых насаждений на объектах гидромелиорации в Республике Коми на структуре осушенного соснового древостоя.

Ключевые слова: Республика Коми, гидромелиорация, таксационные показатели древостоев сосны, нормализованный относительный индекс растительности.

Д. В. Губер,
магистрант, 2 курс, направление подготовки «Лесное дело»
(Сыктывкарский лесной институт)

ДИНАМИКА ТАКСАЦИОННЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ СОСНОВЫХ НАСАЖДЕНИЙ НА ОСУШАЕМЫХ ЛЕСНЫХ ЗЕМЛЯХ РЕСПУБЛИКИ КОМИ (НА ПРИМЕРЕ КОРТКЕРОССКОГО ЛЕСНИЧЕСТВА)

Европейский Север является важной лесосырьевой базой России и поставщиком древесины и ее продукции внутри страны, а также на мировой рынок [1]. Одним из главных лесных регионов Европейского Севера является Республика Коми. Общая площадь земель лесного фонда на 01.01.2018 составляет 36270,3 тыс. га, или 87,2 % от территории республики. Кроме того, леса, находящиеся на землях обороны, занимают 2656,7 тыс. га, на землях безопасности — 4,0 тыс. га, на землях населенных пунктов — 6,2 тыс. га, на землях особо охраняемых природных территорий — 2613 тыс. га [2].

Наибольший запас на землях республики имеют древостои ели, которые широко распространены во всех районах и произрастают почти на всех встречающихся в республике почвах. Второе место среди хвойных пород по этому показателю принадлежит сосне, которая занимает четвертую часть покрытых лесной растительностью земель региона (23,9 %). Сосняки на заболоченных землях обычно низкой продуктивности. Повысить их производительность можно путем осушения [3].

В настоящее время общая площадь осушаемых лесных земель в Российской Федерации составляет около 4,5 млн га. В Республике Коми такие работы выполняются с 1969 г. Общая площадь осушаемых лесных земель здесь приближается к 100 тыс. га, что составляет около 2 % от объема лесоосушения в России. Осушение оказывает сильное воздействие на почву и почвенные процессы, повышает их потенциальное плодородие и положительно влияет на рост леса. При этом наибольший дополнительный прирост накапливаются в средневозрастных и приспевающих насаждениях в возрасте 80—100 лет [4].

При изучении строения и структуры сосновых насаждений была выполнена сплошная перечислительная таксация насаждений с определением таксационных показателей древостоя элемента леса, ярусов и насаждений в целом.

С целью исследования в квартале 14 Корткеросского участкового лесничества были заложены три пробные площади. Размер пробных площадей (25×80) м, площадь 0,20 га. Длинные стороны опытных участков расположены параллельно регулирующим осушителям. Перечет выполнен по 4 см ступеням толщины, начиная с 8 см ступени толщины. Для определения разрядов высоты древостоев элементов леса высотомером измеряли высоты деревьев по ступеням толщины. Камеральная обработка полученных выполнялась в соответствии с общепринятыми методами. Полученные данные сравнивали с результатами аналогичных исследований, полученными на Корткеросском гидролесомелиоративном стационаре ранее сотрудниками кафедры «Лесное хозяйство» Сыктывкарского лесного института [5]. В результате подтверждены известные положения, свидетельствующие о том, что с течением времени до определенного периода таксационные характеристики увеличиваются. Это согласуется с оценками, свидетельствующими, что с течением времени на всех пробных площадях увеличиваются такие показатели, как высота и диаметр. Высоты с 1982 г. до настоящего времени (36 лет) в насаждениях черничной и сфагновой группы типов леса изменяются от 5 до 9 м, а изменение диаметра — от 6 до 10 см.

Запас древесины в насаждениях на опытных участках до определенного периода увеличивается. В дальнейшем, в зависимости от типа леса и лесорастительных условий, запасы увеличиваются или уменьшаются. Наибольшие увеличение запаса за рассматриваемый период (на 80 м³/га) наблюдается в сосняке сфагновом. В сосняке черничном запас за этот же период уменьшился на 40 м³/га. Причина этих изменений, возможно, связана с ухудшением работы каналов, приводящим к подъему уровней почвенно-грунтовых вод. Кроме этого, необходимо учитывать возраст насаждений. Древостои на осушенных участках представлены старовозрастными насаждениями. Возраст древостоев на пробных площадях достигает 160 лет. Лучший рост наблюдается у древостоев, в момент осушения уже возобновившиеся или находившиеся в фазе возобновления.

Известно, что в результате осушения болотных лесов происходит резкая трансформация экологических условий среды их обитания. В определенных условиях (достаточное плодородие почв, сравнительно молодое насаждение, низкая производительность вызвана именно избыточным увлажнением) это приводит к положительной реакции после осушения. Однако не все компоненты лесоболотных биогеоценозов, не сразу и по-разному реагируют на осушение. В этом проявляется влияние многих факторов: возраста и сомкнутости древостоя, его породного состава, фазы текущих приростов и ростовой активности.

Кроме таксационных исследований, были выполнены работы по определению индекса NDVI (Normalized Difference Vegetation Index) для периода с 1986 по 2018 г. NDVI — это нормализованный относительный индекс растительности, позволяющий косвенно оценивать растительные сообщества по продуктивности. Индекс NDVI оценивается путем сравнения спектральной яркости пикселей разных каналов одного и того же снимка. NDVI рассчитывается на основе характеристик космических снимков, имеющих спектральные каналы в красном (0,55—

0,75 мкм) и инфракрасном диапазоне (0,75—1,0 мкм). Для отображения индекса NDVI используется стандартизованная непрерывная градиентная или дискретная шкала, показывающая значения в диапазоне от -1 до $+1$. Использовано восемь снимков, полученных со спутников серии Landsat 5 — Landsat 8. Пространственное разрешение снимков составляет от 15 до 30 м. Для пробной площади, размер которой (25×80) м, оценки спектральной яркости пикселей с целью расчета индекса NDVI при разрешении 30 м устанавливались для 3 пикселей (размер (30×30) м). То есть площадь, для которой определяли NDVI, несколько превышала размеры пробной площади.

Установлено, что в целом на объекте исследования наибольший показатель значения NDVI зафиксирован на снимке 1986 г. На снимках 2000 и 2018 гг. значения индекса уменьшаются. В сосняке-черничнике на снимке 1986 г. показатель имеет максимальное значение 0,44—0,46, а в сосняке-сфагновом — минимальное 0,30—0,32.

Оценка зависимости индекса NDVI от периода, прошедшего после осушения, показала следующее. В сосняке-черничнике через 20—25 после осушения индекс NDVI увеличивается. В дальнейшем оценки стабилизируются. В сосняке сфагновом наблюдается увеличение индекса NDVI для всего периода после осушения. Влиянием возраста определяется от 61 до 66 % изменений индекса NDVI (коэффициент корреляции $R = 0,78—0,82$). Связь средняя или тесная, достоверная на 5 % уровне значимости.

На основании проведенных исследований можно сделать вывод, что на осушаемых заболоченных землях возможно выращивание высокопродуктивных древостоев. При правильном выборе объектов осушения, выполнении всего комплекса работ при строительстве осушительной сети, обеспечении должного надзора, ухода и ремонтов на осушительных системах такие насаждения по производительности и товарной структуре могут существенно превзойти естественные насаждения.

Библиографический список

1. Чупров, Н. П. Об экономической значимости древесных и недревесных ресурсов Архангельской области [Текст] / Н. П. Чупров // Лесной журнал. — 2000. — № 2. — С. 123—128.
2. Государственный доклад «О состоянии окружающей среды Республики Коми в 2014 году» [Текст] / Мин-во природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Коми, ГБУ РК «ТФИ РК». — Сыктывкар, 2015. — 199 с.
3. Побединский, А. В. Сосна [Текст] / А. В. Побединский. — Москва : Лесн. пром-сть, 1979. — 123 с.
4. Феклистов, П. А. Изменение экологических условий и рост северотаежных сосняков после осушения [Текст] / П. А. Феклистов, В. Н. Евдокимов, В. В. Худяков. — Архангельск : АГТУ, 1995. — 62 с.
5. Пахучий, В. В. Лесоводство на заболоченных землях [Текст] : монография / В. В. Пахучий, Л. М. Пахучая. — Санкт-Петербург : СПбГЛТУ, 2017. — 232 с.
6. Бабилов, Б. В. Осушение лесных земель: региональные аспекты [Текст] / Б. В. Бабилов. — Сыктывкар : СЛИ, 2001. — 10 с.
7. GIS LAB [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <http://gis-lab.info/qa/ndvi.html> (дата обращения: 20.11.2018).

УДК 630*9 (470.13)

В статье проводится сравнение естественного и искусственного лесовозобновления в зоне притундровых лесов и редкостойной тайги Республики Коми.

Ключевые слова: лесовозобновление, сосняк, ельник, густота, подрост.

А. А. Дорофеева,
магистрант, 2 курс, направление подготовки «Лесное дело»
(Сыктывкарский лесной институт);

И. Н. Кутявин,
кандидат сельскохозяйственных наук
(Институт биологии Коми НЦ УрО РАН)

СРАВНИТЕЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ЕСТЕСТВЕННОГО И ИСКУССТВЕННОГО ВОЗОБНОВЛЕНИЯ В ЗОНЕ ПРИТУНДРОВЫХ ЛЕСОВ И РЕДКОСТОЙНОЙ ТАЙГИ РЕСПУБЛИКИ КОМИ (НА ПРИМЕРЕ ПЕЧОРСКОГО ЛЕСНИЧЕСТВА)

Европейский Северо-Восток характеризуется невысоким разнообразием лесных фитоценозов [1]. Притундровая зона охватывает примерно 20 % территории Республики Коми [Там же]. Среди многих проблем лесного хозяйства на Европейском Севере особое место занимает обеспечение эффективного лесовосстановления при их эксплуатации [2]. Мероприятия по лесовосстановлению нацелены на постоянное, сбалансированное и равномерное пользование лесными ресурсами и поддержание глобальных экосферных функций леса [Там же]. Следовательно, наблюдения процессов за возобновлением протекающего как естественным, так и искусственным путем в различных регионах страны является актуальным.

Целью данной работы является сравнение естественного и искусственного лесовозобновления в зоне притундровых лесов и редкостойной тайги Республики Коми.

Задачи работы: рассмотреть процесс лесовозобновления на различных участках; составить сравнительную характеристику естественного и искусственного возобновления; провести анализ современного состояния естественного и искусственного возобновления на Европейском Севере.

Объекты и методика. Для оценки возобновительных процессов был проведен анализ участков назначаемых для проведения лесовосстановительных работ, актов технической приемки лесных культур и проектов лесовозобновления. Объектами исследования на производственной практике явились материалы ГУ «Печорское лесничество» и данные полевых исследований.

На участках с естественным лесовозобновлением были заложены четыре учетные площадки (2×2) м. Участки закладывались по методике Побединского. Проведена оценка естественного возобновления на гарях с оценкой породного состава подроста его средней высоты и возраста.

Количественные значения показателей жизненного состояния подроста находили по формуле Алексева:

$$C = (100n_1 + 70n_2 + 30n_3)/N,$$

где C — показатель жизненного состояния подроста в момент наблюдения; n_1 , n_2 , n_3 — число здоровых, ослабленных (сомнительных) и усыхающих особей подроста; N — общее количество подроста, включая сухостой [3].

При исследовании культур методами учета применялся способ учетных рядов [4].

Результаты и обсуждение. Характеристика естественного возобновления на гари, на вырубках и участках, отведенных под искусственное лесовосстановление, приведена в таблице.

Характеристика естественного возобновления

№ п/п Тип леса	Густота, тыс. шт./га	Состав	По породам	Высота, м	Средний возраст, лет
Естественное (гарь)					
№ 1 Сосняк лишайниковый	2	5С2Е3Ос+Б	С	0,6	4
			Е	0,5	6
			Ос	0,9	5
			Б	1	6
Естественное (вырубка)					
№ 1 Сосняк сфагновый	1,5	9С1Б	С	8	30
			Б	5	10
№ 2 Сосняк сфагновый	1,4	10С+Е	С	10	60
			Е	10	60
№ 3 Сосняк долгомошник	1,4	6С4Е	С	10	60
			Е	10	60
№ 4 Ельник сфагновый	1,5	6Е3С1Б	Е	10	30
			С	10	30
			Б	2	10
№ 5 Ельник долгомошник	1,5	4С6Е	С	8	30
			Е	8	30
№ 6 Ельник долгомошник	2	10Е+Б	Е	8	30
			Б	5	10
Искусственное					
№ 1 Сосняк брусничник	2	10С	С	0,5	2
№ 2 Сосняк лишайниковый	5,5	10С	С	0,7	4

В составе подроста на гари преобладают хвойные виды: сосны 50 %, ели 20 %, на вырубке доля сосны составляет 45 %, ели — 50 %. Доля лиственных пород невысокая. Так, по данным П. Н. Львова (1962), на вырубках (все типы еловых лесов, Архангельская область, Крайний Север) выражена доля участия лиственных пород (березы и осины) до 60 %.

Наибольшее количество подроста сосны (90 % и более) в сосняке сфагновом. Наши данные совпадают с данными Б. А. Семенова (1998). Подрост ельника долгомошника 1,5—2,5 тыс. шт./га, что близко к показателям Семенова — 2,5—4 тыс. шт./га.

На рис. 1 показана зависимость густоты подроста сосны обыкновенной от возраста подроста.

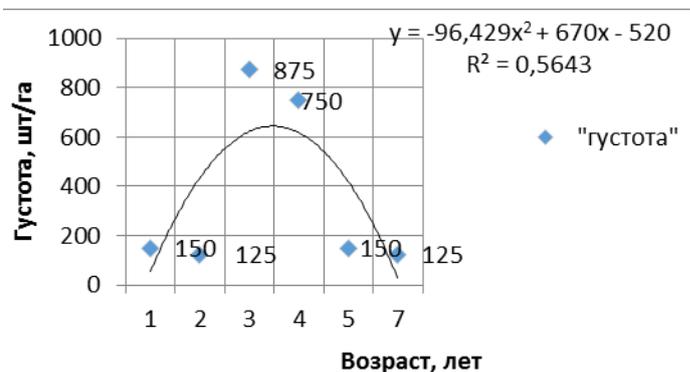


Рис. 1. Зависимость густоты подроста сосны обыкновенной от возраста подроста

Из рис. 1 видно, что в возрасте трех, четырех лет максимальное количество самосева сосны достигает 750—875 шт./га. На пятый-седьмой год идет резкое снижение до 150—125 шт./га, что связано с его естественной гибелью.

Регрессионный анализ показал достоверную связь густоты подроста с возрастом где коэффициент детерминации составил $R^2 = 0,5643$, коэффициент корреляции $R = 0,75$. R критическое по данным таблицы критических значений Пирсона составляет 0,4227. R критическое меньше коэффициента корреляции, следовательно, связь достоверна. Можно сделать вывод, что с возрастом густота уменьшается.

На рис 2. показана зависимость густоты подроста ели сибирской от возраста подроста.

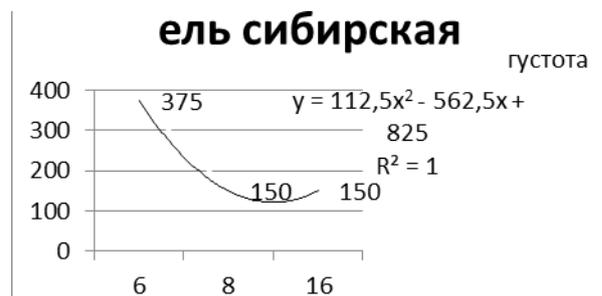


Рис 2. Зависимость густоты подроста ели сибирской от возраста подроста

Коэффициент детерминации $R^2 = 0,778$, коэффициент корреляции $R = 0,88$. R критическое из таблицы критических значений Пирсона равен 0,7067. R критическое меньше коэффициента корреляции, следовательно, связь достоверна. Возобновление ели идет лучше, чем возобновление сосны.

Поврежденность сосны снежным Шютте при естественном восстановлении (самосев) составляет 10 % от общего числа подроста. Поврежденность сосны снежным Шютте при естественном восстановлении отсутствует.

Распределение естественного (самосев на гари) и искусственного восстановления (закладка лесных культур) подроста сосны возрастом от одного до трех лет можно увидеть на рис. 3.

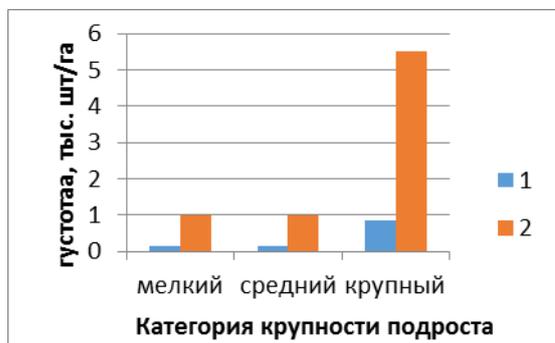


Рис. 3. Распределение естественного и искусственного восстановления подроста сосны возрастом от одного до трех лет

Густота в лесных культурах возрастом от одного до трех года выше, чем при естественном восстановлении. Небольшая густота при естественном восстановлении возможно из-за того, что не была проведена обработка почвы, после пожара произошло побивание снежным шютте.

Доля искусственного возобновления, проводимого в лесничестве составляет 0,1 %, что ниже рекомендуемого (20 %) [5]. Приживаемость лесных культур высокая.

Сравнивая содействие естественному возобновлению леса, проводимое в Печорском лесничестве, с данными других авторов можно сделать следующие выводы. В древостоях сфагновой группы лесов подрост размещен равномерно, густота редкая или средняя. Наши данные схожи с показателями П. Н. Львова (подрост размещен равномерно или одиночными экземплярами) (1962).

Возобновление с преобладанием сосны успешнее протекает на вырубках с торфяно-подзолистой глеевой песчаной почвой. Возобновление ели успешнее идет на вырубках с торфяно-подзолисто-глеевой суглинистой влажной почвой. В целом содействие естественному возобновлению хвойных пород проходит удовлетворительно, что совпадает с показателями Лазарева (1965).

Библиографический список

1. Лесовосстановление на Европейском Севере [Текст] : материалы фин.-рос. семинара по лесовосстановлению (Вуокатти, Финляндия 28.09—02.10.1998) / под ред. Э. Мялкенен [и др.]. — Хельсинки : Науч.-исслед. ин-т леса Финляндии, 2000. — 228 с.
2. Цветко, В. Ф. Лесовозобновление: природа, закономерности, оценка, прогноз [Текст] : монография / В. Ф. Цветков. — Архангельск : Арханг. гос. техн. ун-т, 2008. — 212 с.
3. Манов, А. В. Естественное возобновление в притундровых ельниках Республики Коми [Текст] / А. В. Манов // Лесоведение. — 2008. — № 4. — С. 63—76.
4. Редько Г. И, Лесные культуры [Текст] : метод. указания / И. Г. Редько, А. Ф. Чмыр. — Санкт-Петербург : Темплан, 1981 — 43 с.
5. Методические указания по планированию, проектированию, приемке, инвентаризации, списанию объектов лесовосстановления и лесоразведения и оценке эффективности мероприятий по лесовосстановлению и лесоразведению [Текст]. — Москва : ВНИИЛМ, 2011. — 98 с.

УДК 546.05:547.458.8

Методом ИК Фурье спектроскопии были изучены изменения древесины ели в результате ее деструкции еловой губкой — грибом *Phellinus pini var. abietis* Karst. Показано, что наибольшие изменения происходят в областях спектра, характеризующих валентные колебания функциональных групп полисахаридов и лигнина — гидроксильных и карбонильных ($\nu_{\text{O-H}}$, $\nu_{\text{C=O}}$). При этом наблюдаются как гипсохромные (ν_{CH_2} , CH), так и батохромные (ν_{OH}) сдвиги полос пропускания валентных колебаний. Неизменными остаются максимумы двух полос пропускания около 1601 и 1506—1508 см^{-1} , характерные для ароматических структур лигнинных веществ древесины, что может быть следствием воздействия ферментных систем, продуцируемых еловой губкой, преимущественно на боковые (алифатические) цепи лигнина и полисахариды с образованием карбонильных и гидроксильных групп.

Ключевые слова: ель, древесина, ИК Фурье ДО спектроскопия, лигнинные вещества, еловая губка, полосы пропускания, гидроксильные, карбонильные, метиленовые группы, ароматические структуры.

Е. У. Ипатова,

научный сотрудник

(Институт химии ФИЦ Коми НЦ УрО РАН);

В. А. Дёмин,

доктор химических наук, старший научный сотрудник

(Сыктывкарский лесной институт, Институт химии ФИЦ Коми НЦ УрО РАН);

Л. М. Пахучая

старший преподаватель

(Сыктывкарский лесной институт)

ИК ФУРЬЕ СПЕКТРОСКОПИЯ ДРЕВЕСИНЫ ЕЛИ, ПОРАЖЕННОЙ ЕЛОВОЙ ГУБКЕЙ

Еловая губка (*Phellinus pini var. abietis*), трутовый гриб сем. Гименохетовых (полипоровых) порядка афиллофоровых класса базидиомицетов, широко распространена в тайге европейской части России, в Сибири, Средней Азии, на Урале, Дальнем Востоке, Кавказе, Украине и в Республике Беларусь. Поражает ель, реже сосну, лиственницу и пихту, вызывая пеструю ядровую гниль ствола и ветвей живых деревьев [1—3].

Еловая губка вызывает красновато-коричневую пеструю коррозионную гниль стволов и ветвей, развивающуюся по центральному типу. Гниль в стволе распространяется довольно быстро и может доходить до половины объема ствола, становясь сплошной. Пораженная древесина обычно отграничивается темно-коричневыми извилистыми линиями и легко расщепляется на волокна (ситовина). Гриб часто доходит до коры в области отмерших сучьев и образует «табачные» сучья.

У ели стволовая гниль, вызываемая еловой губкой, встречается обычно единичными экземплярами в старых еловых древостоях. Ель заражается гни-

лью с 40-летнего возраста, на 50-летних деревьях уже обнаруживаются плодовые тела гриба [4].

Изучение биологически пораженной древесины может способствовать получению целлюлозных материалов с новыми свойствами и направленному изменению свойств древесины методами биотехнологии.

Глубокая деструкция деревьев грибами-трутовиками приводит к изменениям в ИК Фурье спектрах их древесины, что было показано нами ранее для осины [4] и березы [5].

Целью данной работы является изучение ИК Фурье спектров древесины ели, пораженной еловой губкой (*Phellinus pini var. abietis*).

Древесина была заготовлена в Сыктывдинском районе Республики Коми. Из ствола ели диаметром 41 см была выпилена шайба толщиной около 6 см (рис. 1).



Рис. 1. Внешний вид биопораженной еловой древесины

После высушивания в комнатных условиях пробы древесины, взятые в центральной и периферической части ствола, различающиеся степенью деструкции ксилемы, были измельчены вручную и размолоты при подготовке проб к снятию спектров.

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 вместе с

прибором [4, 5]. (Спектр здоровой древесины ели был снят непосредственно с поверхности среза древесины).

Основные спектральные характеристики здоровой и пораженной еловой губкой древесины представлены в таблице, а спектры — на рис. 2, 3, 4.

Отличия в спектрах здоровой и пораженной древесины заключаются в положениях максимумов полос валентных колебаний гидроксильных групп около 3400 см^{-1} , валентных колебаний метиленовых (метильных) групп — около 2900 см^{-1} , валентных колебаний карбонильных групп — около 1730 см^{-1} , а также полос, характерных для ароматических структур, — около (1500 и 1600 см^{-1}). Спектры здоровой и сильно деструктированной древесины из центральной части ствола также значительно отличаются по контуру полос в области от 1038 до 1420 см^{-1} , где представлены в основном деформационные колебания метиленовых групп, гидроксидов (связей С–Н, С–О, а также скелетные колебания гваяцильного кольца (1269 см^{-1}) [6, с. 131].

Основные спектральные характеристики здоровой древесины ели и древесины, пораженной пораженной еловой губкой (*Phellinus pini* var. *abietis*)

Отнесение полосы	Образец	Максимумы полос пропускания, см^{-1}	Изменения
Валентные колебания гидроксильных групп (ν_{OH})	Здоровая древесина	3389	–
	Слабо пораженная древесина в периферической части ствола	3445 3429	Увеличение разрешения и расщепление полосы на 2 пика, гипсохромный сдвиг на $30\text{--}40\text{ см}^{-1}$
	Сильно пораженная древесина в центральной части ствола	3393	Без изменений (в пределах погрешности)
Валентные колебания групп СН и СН_2 ($\nu_{\text{СН}_2}$, $\nu_{\text{СН}}$)	Здоровая древесина	2901	–
	Слабо пораженная древесина в периферической части ствола	2932 2891	Увеличение разрешения и расщепление полосы на 2 пика
	Сильно пораженная древесина в центральной части ствола	2934	Гипсохромный сдвиг на 33 см^{-1}
Валентные колебания карбонильных групп (ν_{CO})	Здоровая древесина	1734	–
	Слабо пораженная древесина в периферической части ствола	1736	Без изменений
	Сильно пораженная древесина в центральной части ствола	1726	Легкий батохромный сдвиг на 8 см^{-1}
Скелетные колебания ароматического кольца лигнина	Здоровая древесина	1601	Без изменений
		1506	
	Пораженная древесина	1601	
		1508	
Сильно пораженная древесина в центральной части ствола	1601 1508		

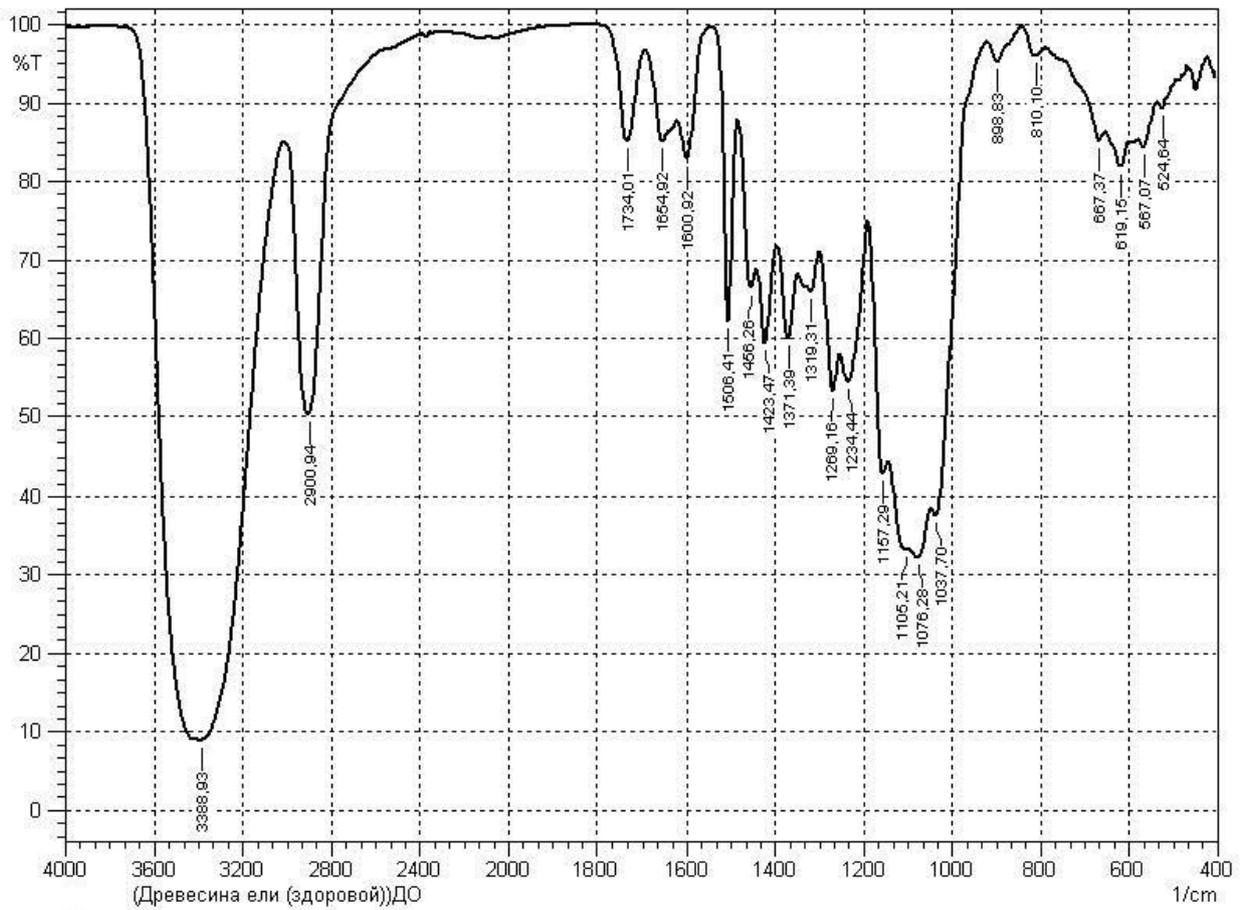


Рис. 2. ИК Фурье спектр ДО здоровой древесины ели *Picea abies*

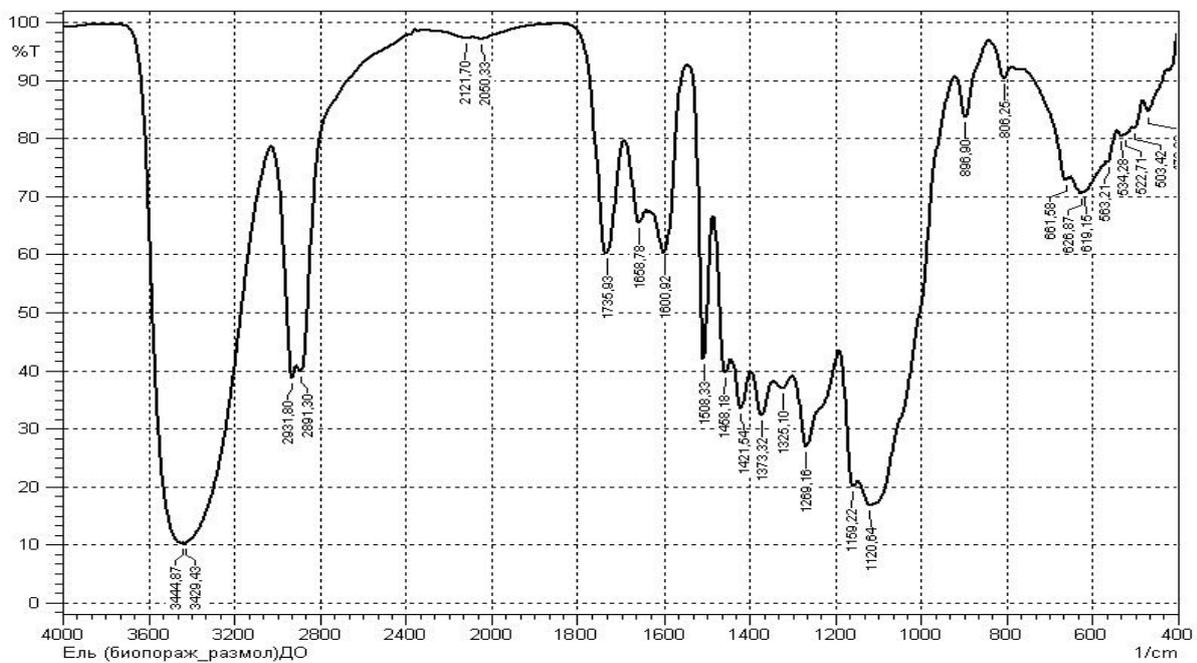


Рис. 3. ИК Фурье спектр ДО биодеструктурированной древесины ели. Периферическая часть ствола

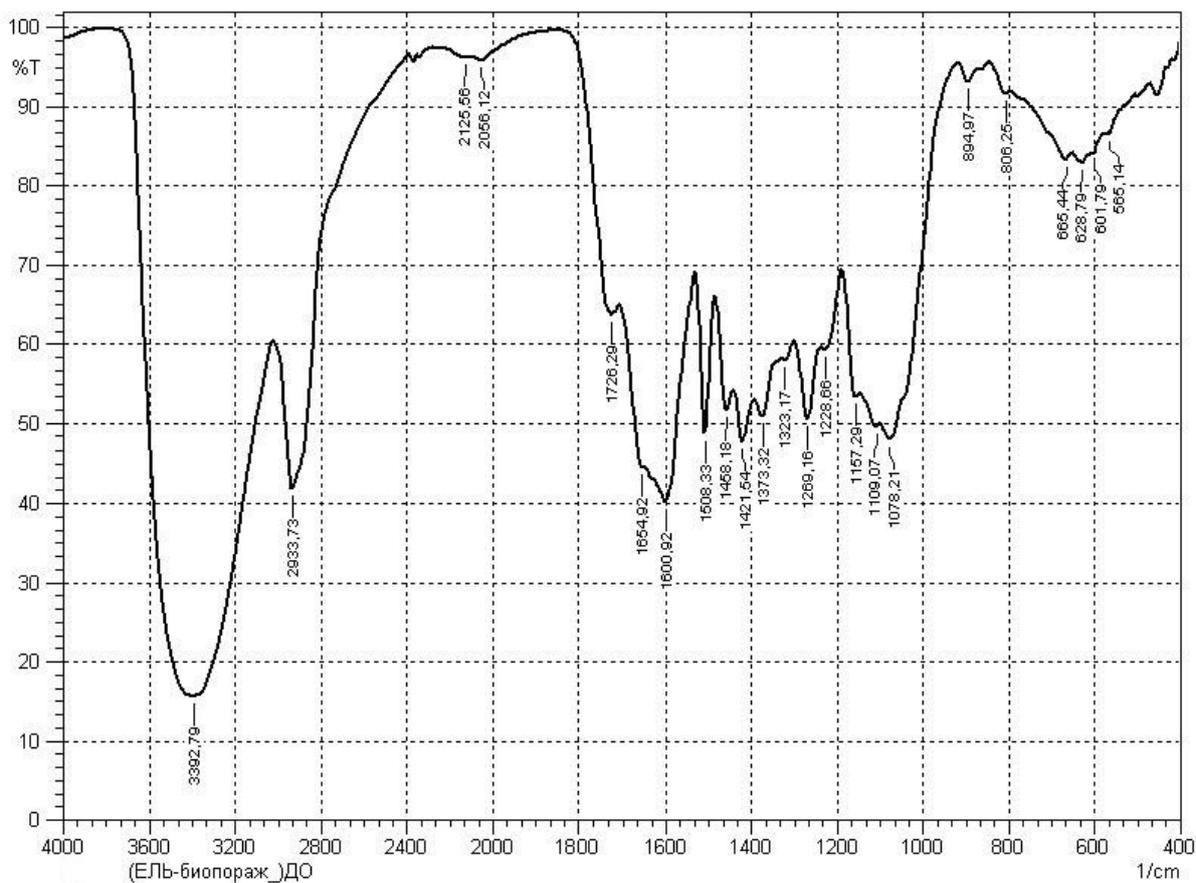


Рис. 4. ИК Фурье спектр ДО биодеструктурированной древесины ели. Центральная часть ствола

Изменения наблюдаются также в контуре полос пропускания ароматического кольца. В спектре здоровой древесины полоса пропускания 1506 см^{-1} более сильная, чем полоса 1601 см^{-1} , а в спектре сильно деструктурированной древесины из центра ствола наоборот — более выражена полоса 1601 см^{-1} , чем полоса 1508 см^{-1} (сдвиг незначителен). Полоса 1601 см^{-1} в спектре биопораженной древесины (см. рис. 4) является второй по интенсивности после полосы валентных колебаний гидроксильных групп 3393 см^{-1} . В определенной степени можно сказать об относительном ослаблении полос в области вокруг $1037\text{—}1200\text{ см}^{-1}$, характеризующих полисахаридные фрагменты — целлюлозу и гемицеллюлозы, поскольку в этой области присутствуют полосы валентных колебаний связей С–О в первичных гидроксильных группах и деформационные колебания связей С–Н, С–О.

Таким образом, методом ИК Фурье спектроскопии были изучены изменения древесины ели в результате деструкции еловой губкой (*Phellinus pini var abietis* Karst.). Показано, что наибольшие изменения происходят в областях спектра, характеризующих валентные колебания функциональных групп полисахаридов и лигнина — гидроксильных и карбонильных ($\nu_{\text{O-H}}$, $\nu_{\text{C=O}}$). При этом наблюдаются как гипсохромные (ν_{CH_2} , ν_{CH}), так и батохромные (ν_{OH}) сдвиги полос пропускания валентных колебаний. Неизменными остаются положения

максимумов двух полос пропускания около 1601 и 1506—1508 см⁻¹, характерные для ароматических структур лигнинных веществ древесины, что может быть следствием воздействия ферментных систем, продуцируемых еловой губкой, преимущественно на боковые (алифатические) цепи лигнина и полисахариды с образованием карбонильных и гидроксильных групп.

Библиографический список

1. Бондарцев, А. С. Трутовые грибы европейской части СССР и Кавказа [Текст] / А. С. Бондарцев. — Москва ; Ленинград : АН СССР, 1953. — 1106 с.
2. Лесная энциклопедия [Текст] : в 2-х т. / гл. ред. Г. И. Воробьев; ред. кол.: Н. А. Анучин, В. Г. Атрохин, В. Н. Виноградов [и др.]. — Москва : Сов. энциклопедия, 1985. — 563 с.
3. Семенкова, И. Г. Лесная фитопатология [Текст] / И. Г. Семенкова, Э. С. Соколова. — Москва : Academia, 2003. — 480 с.
4. Демин, В. А. ИК Фурье спектроскопия древесины осины, пораженной осиновым трутовиком *Phellinus tremulae* (Bond.) Bond. et Borris [Электронный ресурс] / В. А. Демин, Л. М. Пахучая, Е. У. Ипатова // Февральские чтения : сборник материалов науч.-практ. конф. профессорско-преподавательского состава Сыктывкарского лесного института по итогам науч.-исслед. работы в 2016 году (Сыктывкар, СЛИ, 20—28 февраля 2017 г.) : научное электронное издание / отв. ред. Е. В. Хохлова. — Электрон. текстовые дан. — Сыктывкар : СЛИ, 2017. — С. 320—323.
5. Ипатова, Е. У. ИК-Фурье-спектроскопия древесины березы, пораженной березовым трутовиком [Электронный ресурс] / Е. У. Ипатова, В. А. Демин, Л. М. Пахучая // Февральские чтения : сборник материалов науч.-практ. конф. профессорско-преподавательского состава Сыктывкарского лесного института по итогам науч.-исслед. работы в 2017 году (Сыктывкар, СЛИ, 26—28 февраля 2018 года) : научное электронное издание / отв. ред. Е. В. Хохлова. — Электрон. текстовые дан. — Сыктывкар : СЛИ, 2018. — 1 эл. опт. диск (CD-ROM). — С. 217—220.
6. Фенгел, Д. Древесина (химия, ультраструктура, реакции) [Текст] : пер. с англ. / Д. Фенгел, Г. Вегенер. — Москва : Лесн. пром-сть, 1988. — 512 с.

УДК 625.7.8.

Рассмотрены условия проектирования и строительства лесовозных дорог на территории Республики Коми. Вскрыты основные причины деформации дорожных одежд, связанные с нарушением устойчивости тела насыпей, под действием природных факторов и внешних нагрузок. При недостатке местных дорожно-строительных материалов приведены рекомендации по усилению дорожных одежд на слабых и неустойчивых грунтах оснований. Предложены конструкции дорожных одежд с учетом внедрения новых технологий, расчетных схем и математических моделей.

Ключевые слова: проектирование, строительство, лесовозные дороги, инженерно-геологические условия.

В. А. Илларионов,

кандидат геолого-минералогических наук, доцент
(Сыктывкарский государственный университет
имени Питирима Сорокина);

В. С. Слабиков,

кандидат экономических наук, доцент;

К. Е. Вайс,

старший преподаватель

(Сыктывкарский лесной институт)

ПРОЕКТИРОВАНИЕ И СТОИТЕЛЬСТВО ЛЕСОВОЗНЫХ ДОРОГ В СЛОЖНЫХ ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЯХ ТЕРРИТОРИИ РЕСПУБЛИКИ КОМИ

Дальнейшее развитие лесопромышленного комплекса Республики Коми сдерживается как исчерпанием резервов роста на действующих лесопромышленных предприятиях, так и низкой транспортной доступностью лесных ресурсов. В связи с этим обеспечение повышенных объемов поставок круглых лесоматериалов требует существенного роста объемов строительства и реконструкции сети лесных дорог.

Проектирование и строительство лесовозных дорог на территории Республики Коми производится в условиях избыточного увлажнения местности, при котором поверхностный сток не обеспечен, повсеместно развита почва с признаками поверхностного заболачивания, а грунтовые воды оказывают влияние на увлажнение верхней толщи грунтов в пониженных участках рельефа. В периоды распутицы и дождливое время грунты становятся непроходимыми. На труднопроходимых участках грунтовых лесовозных дорог в отдельных случаях устраивают деревянные лежневые настилы из бревен (слани), пластин (щитов) и т. д., что требует значительных трудовых и материальных затрат. Более надежны дороги с гравийным и щебеночным покрытием, имеющие на земляном профилированном полотне песчаную подушку толщиной 50—70 см, в качестве дорожного покрытия — слой гравия или щебня толщиной 20—40 см.

В условиях дефицита крупнообломочных каменных материалов на лесовозных дорогах мощность дренирующих грунтов дорожного покрытия снижают до 30—40 см. Кроме того, не принимается в расчет глубина промерзания дорожной конструкции. Отсюда на дорогах часто отмечаются просадки грунта, пучинистые и пльвунные явления, создающие значительные трудности при эксплуатации лесовозных дорог. Слабые грунты с повышенной влажностью в основании дорожного покрытия как строительный материал не воспринимают многократные нагрузки от лесного транспорта и подвержены накоплению остаточных деформаций, что приводит к образованию дорожной колеи и разрушению покрытия. Это обусловлено размером и прочностью структуры материала, в которой происходит перемещение минеральных частиц под действием нагрузок. Предотвратить сдвиги в грунтах или уменьшить их с целью обеспечения устойчивости от внешнего воздействия можно проведением специальных мероприятий. Трудность выполнения этой задачи исходит из того, что слабые грунты в природном залегании отличаются сложным составом, чередованием прослоек различной мощности, дисперсности и влажности.

Одним из методов борьбы с пльвунами, пучинами и размягчением грунтов от сезонного промерзания можно рекомендовать перехват поверхностных и грунтовых вод устройством водоотводных сооружений (канавы, дренажные системы и т. д.), доведение плотности грунтов земляного полотна до оптимальных размеров. Степень плотности грунтов зависит от величины затрачиваемой работы по их постепенному и планомерному уплотнению и увеличению влажности до определенных пределов, после которых плотность грунтов понижается. За пределами критической плотности возрастает капиллярность, но в этих условиях снижается водопроницаемость грунтов, в связи с чем уменьшается приток воды снизу и повышается их морозостойкость. Кроме того, на величину пучения влияет интенсивность промерзания. При невысокой скорости промерзания образуются крупные линзы льда, поскольку влага подтягивается к фронту промерзания. При быстром промерзании влага не успевает перемещаться к зоне промерзания и опять же возникают линзы льда.

В случаях, когда в основании насыпи находятся переувлажненные глины и суглинки, производится их выемка и замена на дренирующие грунты, если они имеются вблизи участков строительства. На лесовозных дорогах в качестве дренирующего материала могут быть использованы лесосечные отходы с высокими теплоизолирующими и капилляропрерывающими свойствами. Толщина слоя лесосечных отходов в уплотненном виде должна быть не менее 20—25 см. Мощность грунта в насыпи над слоем из лесосечных отходов для песчаных грунтов принимается не менее 30—40 см, для глинистых грунтов — 40—60 см. При большой дальности возки гравийного материала в целях уменьшения его объема покрытие можно укладывать на основания из местных грунтов, укрепленных органическими (битумами, дегтями, смолами) или неорганическими (цементом, известью) вяжущими материалами, а также минеральными добавками. Правильный выбор вяжущих веществ и других реагентов, в зависимости

от состава грунта, обеспечивает ему монолитность, прочность и водоустойчивость. Пригодность грунтов для укрепления вяжущими материалами устанавливаются, руководствуясь классификацией грунтов для проектирования и сооружения земляного полотна [5]. Наиболее пригодными для укрепления различными вяжущими материалами являются крупнообломочные грунты, супеси, легкие суглинки с числом пластичности от 3 до 12. Глинистые грунты допускается подвергать укреплению определенными добавками вяжущих веществ, при этом число пластичности должно быть не более 27. Для обработки вяжущими материалами не пригодны тяжелые глины, засоленные грунты и гумусированные почвы. При укреплении грунтов битумными материалами, цементом или известью необходимо обязательно производить размельчение грунта, перемешивание его с вяжущим материалом, увлажнение смеси до оптимальной влажности, профилирование обработанного грунта и уплотнение его до максимальной плотности. При этом надо исходить из учета реальной работы основания, грунты которого принимают и распределяют прилагаемую к поверхности нагрузку таким образом, чтобы возникающие касательные напряжения не превышали структурной прочности грунта.

Измерителем прочности грунтов, а также дорожной одежды является модуль деформации (E , кг/см²), выражающий зависимость между приложенной к поверхности дороги вертикальной нагрузкой и возникающей в результате этого относительной деформацией дорожной одежды. Модуль деформации грунтов в рассматриваемой дорожно-климатической зоне зависит от геологического строения местности и принятой конструкции земляного полотна для укладки на него соответствующей дорожной одежды.

При рассмотрении и оценке особенностей распространения и условий залегания горных пород внимание обращают на четвертичные отложения аллювиального и ледникового происхождения. Верхние горизонты аллювиальных толщ в долинах рек обычно представлены глинистыми породами — супесями, суглинками, глинами и тонкозернистыми песками. Нижние горизонты часто сложены песками с включением небольшого количества гравия и гальки. Мощность аллювиальных толщ может изменяться в широких пределах до нескольких десятков метров.

Моренные образования приурочены к водораздельным пространствам и широко развиты в районах планируемого строительства лесовозных дорог. Залегают они в виде мощных толщ или разрозненных изолированных залежей небольшой мощности. Основная масса морены, сложена глинистым материалом (глины, суглинки, супеси). Неоднородность моренных отложений нередко усиливается наличием крупных валунов, прослоев, линз и карманов мягких глин, водонасыщенных тонких песчаных пород, проявляющих себя при вскрытии как пlyingуны. На водораздельной поверхности широко распространены верховые болота и заболоченные участки.

Таковы наиболее существенные особенности геологического строения четвертичных отложений, определяющие условия строительства на них лесовозных дорог.

возных дорог. Именно они в первую очередь характеризуют сложность инженерно-геологических условий территории, которые определяют выбор конструкции земляного полотна и дорожной одежды.

При проектировании и строительстве дорог общего пользования обычно применяется трехслойная конструкция: покрытие, основание покрытия и земляное полотно. На лесовозных дорогах дорожная одежда проектируется, как правило, по упрощенной схеме: подстилающий слой и покрытие, основание покрытия и покрытие, а чаще всего состоит из покрытия, укладываемого непосредственно на грунт земляного полотна.

Расчетные значения модулей деформации для среднезернистых песков дорожной одежды составляют 300—350 кг/см², мелких песков и супесей — 150—200 кг/см², суглинков и глин — 100—150 кг/см². Значения модулей деформации грунтов, укрепленных органическими вяжущими или цементом для оптимального гранулометрического состава, повышаются до 600—680 кг/см², супесей легких, пылеватых — до 600 кг/см², супесей тяжелых и суглинков — до 500—600 кг/см². Для обеспечения расчетных значений модулей деформации в условиях строительства дороги на слабых и пучинистых грунтах при выборе вариантов конструкции дорожных одежд без укрепления вяжущими рекомендуется применение геосинтетических материалов, которые способствуют укреплению прочностных свойств конструкции. Требуемая прочность дорожной одежды $E_{тр}$ зависит от грузооборота дороги, типа лесовозного автомобиля и допускаемой относительной деформации. Для расчета $E_{тр}$ принята формула согласно Рекомендации по проектированию [3]:

$$E_{тр} = 1,57 P/\lambda\mu K,$$

где λ — допускаемая относительная деформация покрытия; P — удельное давление от колеса расчетного автомобиля, кг/см²; μ — коэффициент запаса на неоднородность условий работы одежды, принимаемый: для покрытий из каменных материалов, обработанных битумом или дегтем — 1,1; при расчете покрытий прочих типов не вводится ($\mu = 1$); K — коэффициент, учитывающий повторяемость воздействия и динамичность нагрузок от движения; определяется по формуле:

$$K = 0,5 + 0,65 \lg N \gamma,$$

где γ — коэффициент, отражающий степень повторяемости нагрузок в зависимости от числа полос движения, равный 1 при двухполосном и 2 — при однополосном движении; N — расчетная интенсивность движения, определяемая по формуле:

$$N = 1,5Q/g,$$

где Q — расчетный суточный грузооборот дороги, т; g — полезная нагрузка на расчетную ось автопоезда, т.

До начала расчета дорожной одежды трасса дороги, по данным инженерно-геологических изысканий, подразделяется на однородные по модулю деформации грунта участки, и для каждой группы участков производится отдельный расчет.

Прочность дорожной одежды характеризуется эквивалентным (фактическим) модулем деформации $E_{\text{экв}}$, который зависит от модуля деформации грунта земляного полотна и модулей деформации толщины всех слоев дорожной одежды. Он может быть получен различными сочетаниями конструкции покрытия и основания. Конструирование дорожной одежды выполняют в зависимости от грузооборота, подвижного состава и в таком порядке:

- 1) определяют требуемую прочность дорожной одежды $E_{\text{тр}}$;
- 2) намечают варианты конструкции дорожной одежды;
- 3) производят расчет дорожной одежды по намеченным вариантам с соблюдением условия $E_{\text{экв}} = E_{\text{тр}}$.

Для облегчения работы по проектированию дорожных одежд расчет дорожной одежды рекомендуется выполнять с помощью графиков, приведенных в «Инструкции по назначению конструкций дорожных одежд нежесткого типа» [4]. Расчеты выполняются как при однослойных, так и многослойных дорожных одеждах.

Для укрепления несущей способности оснований земельного полотна лесных дорог рекомендуется применять геосетки и георешетки [1]. Применение геосинтетических материалов в сложных погодных-климатических и грунтово-гидрологических условиях может оказаться более существенным с точки зрения работоспособности и надежности конструкций. Разнообразие размеров ячеек, плотности и прочности геосеток позволяют подобрать оптимальный их размер для любого грунта по его составу и состоянию. Специальная обработка данных сеток, выполняемая путем пропитки соответствующими химическими составами, обеспечивает устойчивость их к возможным агрессивным воздействиям (водная, щелочная, кислая среда, воздействие положительных и отрицательных температур). Прочностные свойства геосетки на разрыв составляют 50—100 кН/м, при нагрузке они локализуют деформации, которым подвергается грунт. Разработанная и рекомендуемая к применению математическая модель, позволяет рассчитать оптимальную толщину дорожной одежды, армированной геосинтетическими материалами [2]. В основе модели лежит определение остаточных деформаций в подстилающем грунте основания насыпного слоя дорожной одежды при действии местной нагрузки. В ней учтены расчетные схемы деформации армированной конструкции, упругой поверхности под решеткой и штампом. Эта математическая модель дает возможность сократить мощность дренающего слоя при сохранении прочностных свойств оснований и дорожных покрытий полотна. При этом геосетка перераспределяет нормальное вертикальное давление на большие поверхности, снижает или рассеивает касательные напряжения в грунтах, ограничивает неравномерное проседание дорожной конструкции. После восприятия внешней нагрузки несущая способ-

ность дороги в виде упругого прогиба возвращает конструкцию в исходное положение, при условии отсутствия разрывных нарушений.

В случаях, когда в основании насыпи находятся переувлажненные пластичные глины, суглинки и другие слабые грунты для снижения неравномерности осадки, а также с целью уменьшения толщины насыпного слоя рекомендуется в качестве армирующего элемента применять полимерные геосетки в сочетании с разделительной прослойкой из нетканого геосинтетического материала. Геосетки определенного типа следует применять в качестве армирующей и разделяющей прослоек при строительстве насыпей на болотах, переувлажненных торфах и тонких пылеватых песчаных грунтах основания. При этом разделительные прослойки размещают на границе контакта грунтов различного состава, что обеспечивает повышение несущей способности земляного полотна.

На лесовозных дорогах в Республике Коми были использованы георешетки, производство которых осуществляется из полимерного материала повышенной прочности. На исследуемом объекте объемные георешетки обеспечили необходимую консолидацию основания и усиление грунтовых оснований лесовозных дорог с равномерным распределением динамической нагрузки и существенным увеличением срока службы. Согласно проектной документации, уложенные в основании дорог геотекстиль и георешетка от группы компаний «Миакон» придали дорогам прочность и надежность, соответствующие европейским стандартам дорожного строительства. Укладка геосинтетических материалов технологична, не требует специальной техники и больших затрат. Использование их в дорожных конструкциях позволяет снизить расход дренирующих дорожно-строительных материалов до 20—25 %, увеличивает темпы строительства дорог. Это очень важно, так как строительство дорог должно опережать лесозаготовку (обеспечивается скорость, удобство), что на практике наблюдается совсем наоборот.

Вполне обосновано применение оправдавшей себя технологии, устройства покрытий автодорог из цементно-песчаной смеси на основании песчаных и суглинистых грунтов (грунто-цемент), при этом марка цементно-песчаной смеси не ниже 75, отношение цемента и песка крупностью до 1,25 мм (1:2)÷(1:4). Применение данного способа на промышленных дорогах Республики Коми показало его эффективность и надежность. Этот способ не новый, но требует усовершенствования. Необходимо уделить внимание шведской технологии устройства лесовозных дорог с использованием в дорожной конструкции древесных отходов, полученных от вырубки просек, и геоматериала (геосеток, георешеток, геосинтетического материала) [6].

Приведенные сведения о дорожно-климатических и инженерно-геологических условиях на рассматриваемой территории Республики Коми и специальные мероприятия по обеспечению устойчивости дорожного полотна могут быть использованы при проектировании и строительстве лесовозных дорог.

Библиографический список

1. Альбом типовых конструкций по применению геосинтетических материалов производства «СТЕКЛОНИТ» [Текст]. — Изд. 3-е. — Москва, 2008. — 65 с.
2. Бурмистрова, О. Н. Расчет оптимальной толщины дорожной одежды с учетом климатических условий Северо-Западного региона [Текст] / О. Н. Бурмистрова, Е. В. Пластинина, М. А. Воронина / Известия Коми НЦ УрО РАН. — Сыктывкар, 2011.
3. Рекомендации по проектированию дорожных покрытий лесовозных автомобильных дорог / Изд. ин-та «Гипролестранс». Ленинград, 1967. — 51 с.
4. ОДН 218. 046-01. Проектирование нежестких дорожных одежд // Росавтодор. — № ОС-35-Р/20.12.2000. — 104 с. (взамен ВСН 46-83).
5. Строительные нормы и правила / СНиП2.02.05 85* таб. 13 / Автомобильные дороги общей сети СССР. Нормы проектирования.
6. Герасимов, Ю. Лесные дороги / Ю. Герасимов, В. Катаров // НИИЛеса Финляндии. — Йонсуу, 2009. — 72 с.

УДК 630*56

На основе данных, полученных в процессе прохождения производственной практики на базе ГУ «Корткеросское лесничество», рассмотрены вопросы, касающиеся вклада климатических изменений в динамику прироста.

Ключевые слова: таксация насаждений, возраст древостоя, прирост, объекты гидро-мелиорации.

В. Г. Катареу,
магистрант, 2 курс, направление подготовки «Лесное хозяйство»
(Сыктывкарский лесной институт)

ДЕНДРОШКАЛА СОСНОВЫХ ДРЕВОСТОЕВ НА ОСУШАЕМЫХ ЛЕСНЫХ ЗЕМЛЯХ В ДВИНСКО-ВЫЧЕГОДСКОМ ТАЕЖНОМ РАЙОНЕ (РЕСПУБЛИКА КОМИ)

Глобальное изменение климата в настоящее время перестает быть главной проблемой человечества, несмотря на то, что с каждым днем в атмосфере увеличивается углекислый газ, усиливается парниковый эффект, ведущий к глобальному потеплению, которое полностью может изменить природную среду. Лес играет огромную роль в сохранении биологического разнообразия, а главное — в стабильности почвенного покрова и гидрологической сети. Для оценки вклада климатических изменений в динамику прироста использовались объекты с искусственным регулированием водного режима, представленные сосновыми насаждениями.

Изучением годичных колец деревьев занимаются такие научные направления, как дендроклиматология и дендрохронология. Они имеют много общих элементов в методиках, но цели их различны. Дендрохронологические исследования служат для датирования изучаемых объектов, а дендроклиматические исследования также дают материалы для датирования, но это не является основной целью.

Под термином «дендрошкала» понимается некая система синхронизированных и скорректированных с помощью особых приемов значений годичных приростов у древесных пород. Дендрошкала представляет собой эталон, который позволяет замерить степень сходства годичных приростов не только отдельных деревьев, но и целых их сообществ [1].

Существует такая методика древесно-кольцевого анализа, как дендрозкология. Дендрозкология занимается изучением изменчивости годичного прироста древесины и выявлением факторов, которые определяют эту изменчивость, а также датировкой событий, которые влияют на прирост древесных растений.

В связи с тем, что для дендрохронологических целей наилучшими древесными породами являются представители хвойных пород, то в данном случае предпочтение отдано сосне. Она имеет четкость годичных слоев, относительную одно-

родность и простоту строения древесины. Сосна является ценной породой, поэтому именно на ней отработаны методические вопросы, касающиеся направлений, связанных с дендроклиматологией и дендрохронологией

Исследования были проведены в Корткеросском лесничестве Республики Коми. Гидромелиоративный фонд лесничества представлен преимущественно избыточно увлажненными землями лесного фонда, малопродуктивными вследствие неблагоприятного водного режима и нуждающимися в осушении. На территории лесничества с 1969 г. было осушено 44 тыс. га, или 17 % избыточно увлажненных земель лесного фонда лесничества. В составе осушаемой площади покрытые лесом земли занимают около 33,5 тыс. га, в том числе основные насаждения — 25 тыс. га

Исследования проходили в 14 квартале 8 выделе на территории Корткеросского участкового лесничества (рис. 1). В данном квартале лесосушительные работы проводились в 1976 г. Несмотря на то, что проведение мелиоративных работ способствует повышению плодородия почв, а также создает благоприятные условия для обработки сельскохозяйственных культур, в настоящее время лесосушительные работы не проводятся по экономическим причинам.

При проведении сплошной перечислительной таксации использовались инструменты — мерная вилка для измерения диаметров деревьев по ступеням толщины; высотомер «Suunto» для измерения высот деревьев; возрастной бурав (рис. 2) для изъятия кернов (рис. 3) из древесной породы.

Для измерения ширины годичных слоев использовался стереоскопический микроскоп «МБС-10» (рис. 4).

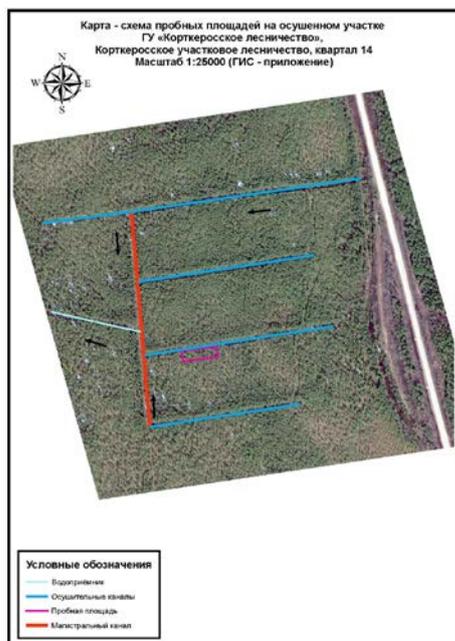


Рис. 1. Размещение объекта исследования



Рис. 2. Отбор образца из древесной породы



Рис. 3. Древесные керны сосны обыкновенной



Рис. 4. Стереоскопический микроскоп «МБС-10»

Таксационная характеристика насаждений приведена в таблице. Размер пробной площади (25×80) м, площадью 0,2 га. На пробной площади в перечень входило 129 деревьев. Согласно данным таблицы, насаждение разновозрастное и одноярусное. Преобладающей породой является сосна, единично присутствуют ель и береза. Класс бонитета по сосне III.

Таксационная характеристика насаждения

№ ПП	Преобл. порода Класс возраста	Класс бонитета Тип леса	Характеристика древостоя по элементам леса							
			Элемент леса	Возраст	Класс товар-ти	Сумма площ-ей сечений на 1 га	Средняя высота, м	Средний диаметр, см	Запас на 1 га, м ³	Кол-во стволов на 1 га
1	С XI	III С баг.	С	201	2	20,1	17,9	19,9	172,7	630
			Е	161	2	0,1	12,5	10,1	0,5	10
			Б	87	3	0,1	13,9	11,8	0,4	5
Характеристика древостоя по ярусам										
№ яр	Состав		Высота яруса, м	Полнота		Сума площадей сечений, м ²	Запас на 1 га, м ³			
I	10С, ед. Е, ед. Б		17,9	0,6		20,3	173,6			

На рис. 5 показана динамика радиального прироста в период с 1799 по 2018 г.

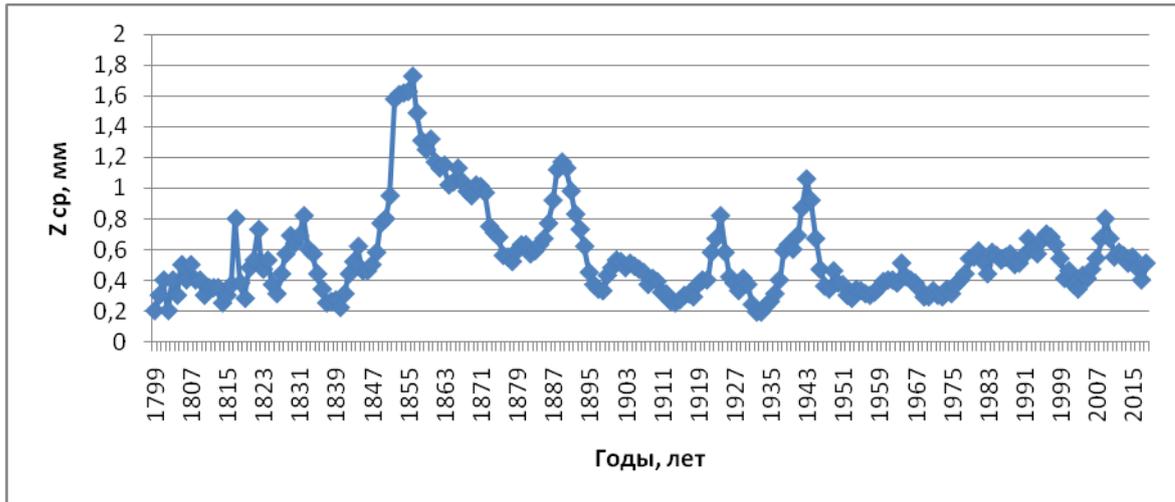


Рис. 5. Динамика радиального прироста на объекте исследования

С целью оценки зависимости радиального прироста климатических характеристик использовали данные метеостанции г. Сыктывкара [2] (рис. 6, 7).

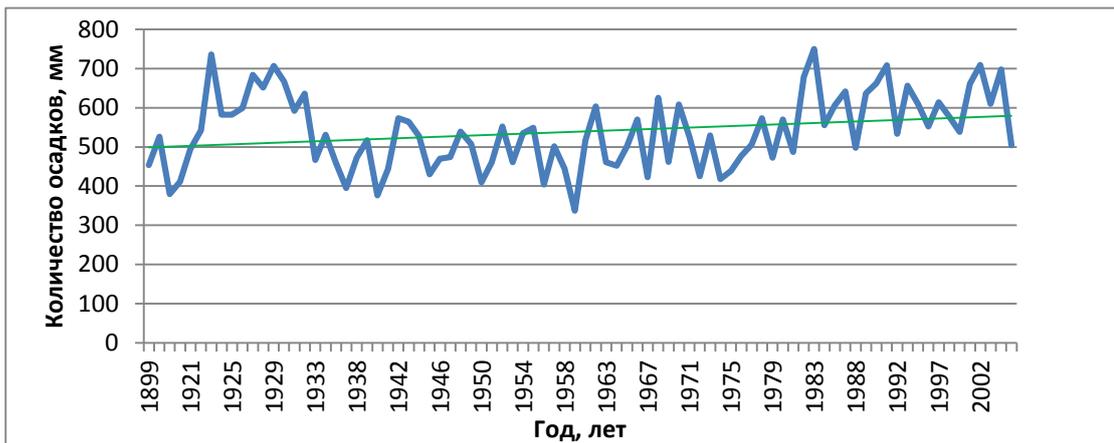


Рис. 6. Динамика количества осадков (мм) по годам в г. Сыктывкаре

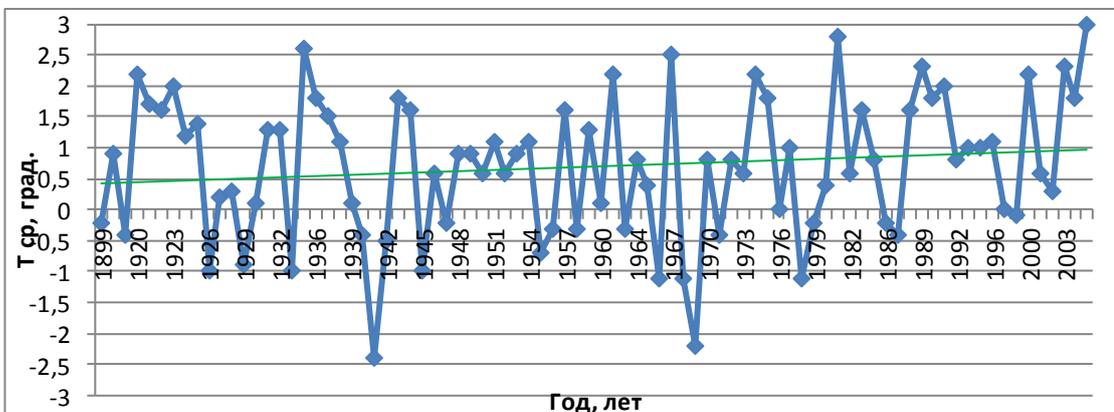


Рис. 7. Динамика средних температур по годам в г. Сыктывкаре

Согласно метеорологическим данным в период с 1976 по 2005 г., т. е. основной части периода роста леса после осушения, количество осадков увеличилось. Возможно, результаты оценки прироста после осушения уменьшены. Температура в период осушения также увеличивалась, однако однозначно считать, что это способствовало увеличению прироста на осушаемых участках, в настоящее время нельзя.

Библиографический список

1. Черных, Н. Б. Дендрохронология и археология [Текст] : учеб. для студ. вузов / Н. Б. Черных. — Москва : Ин-т археологии, 1996. — 213 с.
2. Среднегодовая средняя, минимальная и максимальная температура воздуха, количество осадков по городам в пункте Сыктывкар [Электронный ресурс] // Термограф : архивные данные температуры воздуха и количества осадков. — Режим доступа : http://thermograph.ru/mon/st_23804.htm.
3. Тишкин, А. А. Методика отбора проб для радиоуглеродного и дендрохронологического датирования [Текст] : учеб.-метод. пособие / А. А. Тишкин. — Барнаул : Изд. Алт. гос. ун-та, 2001. — 40 с.
4. Проект организации и развития лесного хозяйства Корткеросского механизированного лесхоза [Текст] : док. внутреннего пользования. — Корткерос, 1992. — 395 с.
5. Лесохозяйственный регламент ГУ «Корткеросское лесничество» Комитета лесов Республики Коми [Текст]. — Вологда : ФГБУН, 2010. — 134 с.

УДК 630*237.2.582.475

В работе дана комплексная оценка влияния лесосушения на рост леса, его возобновление, состояние редких и охраняемых растений, включенных в Красную книгу Республики Коми. Рассмотрены возможности выращивания на осушаемых лесных землях лесных культур с участием ценных хвойных пород, в том числе кедра сибирского. Приведены оценки рекреационного потенциала насаждений на объектах гидромелиорации в зеленой зоне г. Ухты.

Ключевые слова: Республика Коми, гидролесомелиорация, комплексная оценка влияния осушения на лесные биогеоценозы.

Л. М. Пахучая,
старший преподаватель;

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

КОМПЛЕКСНАЯ ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ ОСУШЕНИЯ НА ЛЕСНЫЕ БИОГЕОЦЕНОЗЫ НА ЮЖНОМ ТИМАНЕ

В лесном фонде Республики Коми сосредоточено около половины эксплуатационных запасов древесины Европейского Севера. Республика входит в зону избыточного увлажнения, поэтому заболоченность лесного фонда здесь около 40 %, площадь заболоченных и болотных лесов — около 12 млн га. Производительность таких лесных земель низкая. С 1969 до 1987 г. в республике на избыточно увлажненных лесных землях проводились гидромелиоративные работы. В настоящее время площадь осушения составляет около 100 тыс. га, 2/3 этой площади расположено на Южном Тимане, в Ухтинском и Троицко-Печорском лесничествах. Однако основной объем исследований о влиянии осушения на рост и возобновление леса выполнен в более южных районах республики, в Корткеросском и Железнодорожном лесничествах. Особый интерес представляют объекты гидромелиорации в Троицко-Печорском лесничестве, так как лесничество занимает крайнее восточное положение в республике, а насаждения на объектах лесосушения здесь представлены древостоями с кедром сибирским, включенным в Красную книгу Республики Коми.

Влияние осушительной гидромелиорации не ограничивается только воздействием на древостой. Поэтому к объектам лесосушения, как и к насаждениям на естественно дренированных почвах, применимы идеи комплексного подхода к исследованию лесных биогеоценозов. В данной работе термин «комплексность» использован, чтобы подчеркнуть многостороннее воздействие осушительной гидромелиорации на составляющие основного компонента лесного биогеоценоза — лесного фитоценоза.

Использованы методические указания по учету эффективности лесосушения [1, 2]. Лесоводственные и таксационные исследования выполнены на основе общепринятых методов. При исследовании реакции на осушение кедра

сибирского, включенного в Красную книгу РК, использовали неразрушающие методы. Общетехнический анализ торфов и агрохимический анализ почв определяли по образцам, взятым на глубине 0—10, 10—20, 20—40. При изучении лесных культур использовали методические рекомендации по инвентаризации лесных культур [3]. Методика рекреационной оценки ландшафтов на объектах гидромелиорации приняты в соответствии с рекомендациями Л. Н. Яновского и др. [4]. При обработке данных наблюдений, выполнении корреляционного и регрессионного анализа использовали общепринятые методы [5]. Латинские названия видов растений приведены в соответствии со сводкой С. К. Черепанова [6].

Исследования выполняли в Ухтинском и Троицко-Печорском лесничествах Республики Коми в 1998—2004 гг. В Ухтинском лесничестве осушение выполнено в 1972 г., а в Нижне-Омринском участковом лесничестве — в 1989 г. На объектах исследования расстояние между осушительными каналами изменяется от 70 до 200 м. Глубина осушителей составляет 1,0—1,2 м.

Анализ таксационной характеристики насаждений в Ухтинском лесничестве показывает, что на объектах исследования произрастают древостои различного состава и возраста, чистые и смешанные по составу, простые и сложные по форме. Насаждения относятся к долгомошной, сфагновой, травяно-сфагновой и осоково-сфагновой группам типов леса.

Кедр сибирский включен в Красную книгу Республики Коми (1993) [7]. Поэтому для оценки реакции на осушение отдельных деревьев использовали неразрушающие методы, выполнив взятие кернов на высоте 1,3 м у деревьев, расположенных на различном расстоянии от каналов. Средний периодический прирост кедра за пятилетие, предшествующее осушению, в первое и второе пятилетие после осушения соответствуют 0,56; 0,66 и 0,78 см, т. е. увеличение радиального прироста составило для первого и второго пятилетия 18 и 39 % соответственно.

Анализ связи между величиной радиального периодического прироста кедра в первое и второе пятилетие после осушения, отдельными таксационными показателями деревьев и удалением деревьев от осушительных каналов показал следующее. В первое после осушения пятилетие радиальный прирост положительно связан с расстоянием до канала, т. е. увеличивается при удалении от канала. Во второе пятилетие, наоборот, прирост отрицательно связан с расстоянием до канала, т. е. уменьшается при удалении от канала. Последнее соответствует общепринятому представлению о влиянии осушения на величину прироста. Возможно, это связано с адаптацией старовозрастных экземпляров кедра к изменению водного режима после осушения только через некоторый период после осушения.

На части опытных объектов в Ухтинском лесничестве были получены характеристики прироста по запасу в 1—3 десятилетие после осушения. Полученные нами данные о величине прироста за 3 десятилетия после осушения дополняют полученные ранее данные о приросте в 1, 2 десятилетие после осушения

[8]. Текущий среднепериодический прирост по запасу после осушения определяли по данным о радиальном приросте средних деревьев [9] в осушаемых насаждениях и региональным зависимостям между объемным периодическим приростом и периодическим приростом по объему деревьев [10].

В результате определения текущего среднепериодического прироста установлено, что в осушаемых сосняках травяно-сфагновых I—II класса возраста и ельников травяно-сфагновых IV—VII класса возраста средний для первого — третьего десятилетия после осушения текущий среднепериодический прирост соответствует 1,0—4,0 м³/га в год и 1,9—2,2 м³/га в год соответственно, а в сосняках кустарничково-сфагновых VI—VIII класса возраста — 0,3 м³/га в год.

Анализ торфов и почв позволяет считать, что достаточно высокую лесоводственную эффективность гидромелиорации определило потенциальное плодородие торфяных почв. Степень разложения торфов до глубины 40 см изменяется от 10 до 40 %, зольность торфа — от 3 до 9 %, насыщенность основаниями — от 89 до 99 %, содержание подвижного фосфора — от 33 до 233 мг/кг, подвижного калия — от 56 до 1260 мг/кг.

В результате исследования влияния осушения на возобновление леса в Ухтинском лесничестве установлено, что общая густота естественного возобновления на осушаемых объектах изменяется от 0,1 до 20,9 тыс. шт./га. Под пологом насаждений густота здесь меньше, чем на открытых болотных участках. Состав естественного возобновления варьирует от 10 единиц хвойных пород до 10 единиц мелколиственных пород. В составе хвойного возобновления представлены сосна и ель. В составе мелколиственного возобновления преобладает береза. Ее густота достигает 10—15 тыс. шт./га. Последнее в основном согласуется с результатами исследований, полученных как для покрытых лесом, так и для нелесных площадей, представленных осушаемыми болотами [11].

В Нижне-Омринском участковом лесничестве в составе возобновления преобладает ель. Участие пихты не превышает одной единицы состава. Возобновление березы представлено на 75 % опытных участков, возобновление кедра отмечено на 88 % опытных участков. Участие кедра в составе возобновления изменяется от 1 до 4 единиц. Густота возобновления кедра изменяется от 0,1 до 1,8 тыс. шт./га. Густота возобновления кедра вблизи осушительных каналов (в среднем 1,1 тыс. шт./га) существенно выше густоты его возобновления на середине между каналами (0,1 тыс. шт./га). В 75 % случаев преобладает мелкий подрост кедра (высота до 0,5 м), появившийся в основном после осушения. Густота возобновления кедра увеличивается по мере приближения к каналам.

В 91 % случаев густота возобновления и кратчайшее расстояние до осушителей связаны отрицательно, т. е. густота увеличивается по мере приближения к каналам. Это согласуется с базовыми представлениями гидроресомелиорации о том, что лесосушение способствует улучшению возобновления. При использовании в качестве зависимой характеристики возобновления отдельных категорий крупности подроста удалением от каналов объясняется до 45 % изменчивости этого показателя для хвойных пород. При использовании общей густоты

естественного возобновления положением участков на межканальной полосе (расстоянием до ближайшего канала) объясняется от 23 до 94 % изменчивости густоты

В Республике Коми площадь лесных культур на осушенных и необлесенных болотах на такой категории лесокультурных площадей составляет около 1 тыс. га. Лесные культуры в Ухтинском лесничестве создавались в 1977 и 1979 гг. на объектах, осушение которых выполнено в 1972 г. По составу это смешанные культуры с преобладанием кедра или сосны. Культуры кедра характеризуются высоким отпадом. К возрасту 22—25 лет после посадки сохранилось от 5 до 27 % высаженных на лесокультурную площадь сеянцев.

Участие кедра в составе лесных культур составляло от «единично» до 8 единиц, а количество — от единичных экземпляров до 1270 экземпляров на 1 га. Густота возобновления мягколиственных пород превосходит густоту и лесных культур, и хвойного возобновления. Общая густота возобновления на пробных площадях в 3—30 раз превышает густоту лесных культур. В связи с этим, для отдельных участков с наиболее высокой общей густотой и сохранностью ценных хвойных пород, прежде всего кедра, в период проведения исследований можно было рекомендовать прореживания.

Средний прирост сосны по диаметру на опытных участках составляет от 0,23 до 0,27 см/год, а кедра — 0,18 см/год. Средний прирост сосны по высоте составляет от 0,20 до 0,21 м/год, а кедра — 0,16 м/год, т. е. кедр уступает сосне по скорости роста в одинаковых лесорастительных условиях. Несмотря на это введение кедра в состав искусственных насаждений может быть рекомендовано в опытно-производственном масштабе.

Часто влияние гидромелиорации на состояние видов, отнесенных к редким или находящимся под угрозой исчезновения, оценивается как негативное [7]. В связи с этим необходимо отметить, что отечественная гидромелиоративная наука всегда рассматривала вопросы охраны окружающей среды в связи с лесосушением, как одно из важнейших направлений исследований [12, 13]. В результате выполненных исследований в Нижне-Омринском участковом лесничестве выявлено 93 вида сосудистых растений, относящихся к 38 семействам. Мохообразные представлены 13 видами, лишайники — 6 видами. На объектах исследования обнаружено 9 пород деревьев, 10 видов кустарников. На осушаемых участках и в зоне влияния осушительных систем встречены редкие и охраняемые виды растений, включенные в Красную книгу Республики Коми (1993) [7]: сосна кедровая сибирская (кедр), щитовник мужской, адонис сибирский, василистник водосборолистный, пион уклоняющийся (марьян корень), селезеночник четырехтычинковый, гаммарбия болотная, лобария легочная. Визуальная оценка встреченных редких и охраняемых видов растений позволяет считать, что экстенсивные варианты осушения, типичные для северных регионов России, не являются фактором, оказывающим негативное влияние на их состояние. Для сосны кедровой сибирской осушение является фактором, улучшающим условия роста и возобновления.

Данные о влиянии рекреации на состояние и рост насаждений и влиянии осушения на состояние лесопарковой и парковой растительности на объектах гидромелиорации ограничены [14, 15]. В результате исследований в Ухтинском лесничестве рассчитаны индексы лесомелиоративной и гидромелиоративной оценки, получены рекреационные и санитарно-гигиенические оценки, установлены классы устойчивости и аттрактивности насаждений. Показано, что гидротехнические мелиорации лесных земель являются важной составляющей в комплексе лесохозяйственных мероприятий, направленных на повышение рекреационного потенциала лесов зеленой зоны г. Ухты. Лесоводственная эффективность осушения здесь не является главной задачей. В то же время, с достижением высокой лесоводственной эффективности осушения вполне согласуются задачи улучшения проходимости, повышения санитарно-гигиенической ценности лесов и их устойчивости к рекреационным нагрузкам.

Таким образом, в результате выполненных исследований получена комплексная оценка влияния осушения на основной компонент лесного биогеоценоза — лесные фитоценозы в юго-восточных районах таежной зоны Республики Коми. Для данных условий подтверждены базовые положения гидромелиорации о положительном влиянии осушения на рост и возобновление хвойных пород. Для района исследования известные ранее данные о приросте по запасу для первого и второго десятилетия после осушения в насаждениях травяно-сфагновой и сфагновой группы типов леса дополнены данными о приросте в таких насаждениях в третьем десятилетии после осушения. Установлено, что рекреационный потенциал заболоченных лесных земель в зеленой зоне г. Ухты после осушения повысился. Получены количественные оценки влияния осушения на радиальный прирост и возобновление сосны кедровой сибирской (кедра сибирского). Рост и возобновление кедра сибирского, включенного в Красную книгу Республики Коми, после осушения улучшаются. Даны предложения производству, практическая реализация которых позволит более успешно решать лесоводственные задачи в крайних северо-восточных районах России.

Библиографический список

1. Елпатьевский, М. П. Методика определения эффективности лесосушения [Текст] / М. П. Елпатьевский. — Ленинград, 1971. — 19 с.
2. Рубцов, В. Г. Закладка и обработка пробных площадей в осушенных насаждениях [Текст] / В. Г. Рубцов, А. А. Книзе. — Ленинград, 1977. — 44 с.
3. Технические указания по проведению инвентаризации лесных культур, защитных лесных насаждений, питомников, площадей с проведенными мерами содействия естественному возобновлению леса и вводу молодняков в категорию ценных древесных насаждений [Текст]. — Москва : Госкомлес СССР, 1989. — 77 с.
4. Яновский, Л. Н. Ландшафтная таксация с основами лесопаркового устройства [Текст] : учеб. пособие по курсовому проектированию для студентов специальности 31.12 / Л. Н. Яновский, С. В. Вавилов, А. А. Селиванов, И. В. Никифорчин. — Санкт-Петербург : СПбЛТА, 1994. — 96 с.
5. Митропольский, А. К. Элементы математической статистики [Текст] / А. К. Митропольский. — Ленинград, 1969. — 273 с.

6. Черепанов, С. К. Сосудистые растения России и сопредельных государств (в пределах бывшего СССР) [Текст] / С. К. Черепанов. — Санкт-Петербург : Мир и семья, 1995. — 992 с.
7. Красная книга Республики Коми [Текст]. — Москва ; Сыктывкар, 1993. — 528 с.
8. Пахучий, В. В. Факторы продуктивности осушенных насаждений Европейского Северо-Востока [Текст] / В. В. Пахучий. — Сыктывкар : Коми НЦ УрО РАН, 1991. — 104 с.
9. Евдокимов, Е. Н. Использование связи между линейным и объемным годичным приростом [Текст] / Е. Н. Евдокимов, П. А. Феклистов // Лесной журнал. — 1979. — № 6. — С. 20—23.
10. Пахучий, В. В. Лесотаксационные справочные материалы [Текст] : справ. пособие / В. В. Пахучий — Сыктывкар : СЛИ, 2002. — 68 с.
11. Корепанов Д. А. Лесоводственная эффективность осушения избыточно увлажненных земель Волжско-Камского междуречья [Текст] : автореф. дис. ... д-ра с.-х. наук / Д. А. Корепанов. — Екатеринбург, 2006. — 41 с.
12. Сабо, Е. Д. Справочник гидролесомелиоратора [Текст] / Е. Д. Сабо, Ю. Н. Иванов, Д. А. Шатилло. — Москва : Лесн. пром-сть, 1981. — 200 с.
13. Бабилов, Б. В. Гидротехнические мелиорации лесных земель [Текст] : учебник для вузов / Б. В. Бабилов. — 2-е изд., перераб. и доп. — Москва : Экология, 1993. — 224 с.
14. 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.
15. Кусакин, А. В. Гидролесомелиорация, охрана и рациональное использование болот в Республике Марий Эл [Текст] : автореф. дис. ... канд. с.-х. наук / А. В. Кусакин. — Йошкар-Ола, 1999. — 22 с.

УДК 630*42

Описаны мероприятия, входящие в состав рубок ухода за лесом без заготовки древесины, способы использования древесной биомассы. Предложен вариант технологического процесса рубок ухода за лесом с заготовкой топливной щепы для условий Республики Коми с учетом выполнения лесохозяйственных и экологических требований.

Ключевые слова: рубки ухода за лесом, древесное биосырье, технологический процесс, пасака, технологический коридор, топливная щепка, лесная транспортно-технологическая машина.

И. А. Поляков,
студент, 4 курс, направление подготовки
«Технологические машины и оборудование»;
А. Ф. Кульминский,
кандидат технических наук, доцент
(Сыктывкарский лесной институт)

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ПРОЦЕСС И СРЕДСТВА МАШИНИЗАЦИИ РУБОК УХОДА ЗА ЛЕСОМ С ЗАГОТОВКОЙ ТОПЛИВНОЙ ЩЕПЫ

При существующей технологии рубок ухода за лесом в Республике Коми не используют в хозяйственных целях большое количество вырубленных тонкомерных деревьев. К тонкомерным относят деревья, диаметр которых меньше минимального размера заготавливаемых. Предлагается технология для рубок ухода за лесом, при которой тонкомерные деревья будут перерабатываться в топливную щепу, при этом будет обеспечиваться более эффективное использование древесной биомассы.

Согласно классификации видов рубок, рубки ухода за лесом без заготовки древесины предназначены для формирования здоровых, высокопродуктивных насаждений с преимущественным ростом главных пород [5]. При осуществлении рубок ухода за лесом без заготовки древесины в зависимости от возраста насаждений выполняют следующие мероприятия:

- осветление (уход за молодняком в возрасте до 10 лет, включающий регулировку состава и густоту насаждений);
- прочистка (уход за молодняком в возрасте 11—20 лет, включающий регулировку состава и форму насаждений);
- уход за подлеском (для улучшения влияния на почву и древостой);
- обрезка сучьев на растущих деревьях для улучшения качества древостоя;
- химический уход (регулирование состава с помощью арборицидов);
- прореживание (уход за древостоем в возрасте 21—40 (60) лет).

Современный уровень деревоперерабатывающих технологий не позволяет эффективно использовать древесину от этих мероприятий [1]. Однако измельченную биомассу (топливную щепу), которую можно получить при выполнении осветления, прочистки, ухода за подлеском и прореживания целесообразно

использовать в современных промышленных установках, работающих на биотопливе, а также в бытовых целях для отопления зданий.

За рубежом в качестве биотоплива используют биомассу дерева, оставленную в лесу после окончания лесозаготовительных работ [2]. К ним относят лесосечные отходы, пни, корни и целые деревья, оставляемые на лесосеке. Эти деревья относят к категории нежелательных, которые по своему состоянию, качеству и форме ствола не пригодны к промышленному использованию. К ним относят дровяные, сухостойные и лиственные деревья низкой товарной ценности. К тонкомерным относят деревья, диаметр которых меньше минимального размера заготавливаемых. Нежелательные и тонкомерные деревья лесозаготовители чаще всего не вырубают. К тонкомерным можно отнести деревья, которые необходимо освоить при выполнении рубок ухода без заготовки древесины.

Опыт европейских стран показал, что наиболее перспективным видом древесного биотоплива для котельных и мини-ТЭС, расположенных недалеко от источников древесного сырья, является топливная щепа, стоимость генерации энергии из которой значительно ниже, чем из брикетов и гранул [3].

Процесс получения топливной щепы из древесной массы состоит из трех этапов: заготовки биомассы, ее измельчения в топливную щепу и транспортировки готовой продукции до потребителя.

По мере развития биоэнергетики, как показал опыт некоторых европейских стран, тонкомерная древесина для производства топливной щепы будет использоваться достаточно широко. Так, в последние годы 40 % топливной щепы в Финляндии было произведено из тонкомерной древесины [4].

В настоящее время используются следующие технологические процессы на рубках ухода за лесом с заготовкой топливной щепы:

1) Механизированный, при котором валка деревьев выполняется вальщиком с бензомоторной пилой, а сбор и транспортирование деревьев к местам их переработки — форвардером.

2) Машинизированный, используемый в следующих вариантах:

2.1. Валка и складирование деревьев выполняются лесной технологической машиной (ЛТМ) с захватно-срезающим устройством (ЗСУ), а погрузка и транспортирование деревьев к местам их переработки — форвардером.

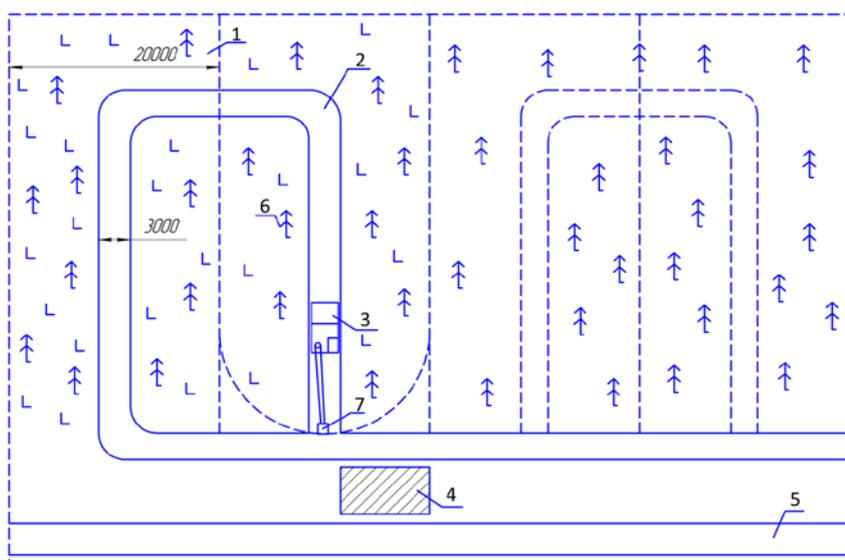
2.2. Валка и раскряжевка осуществляются харвестером, а погрузка, транспортирование сортиментов к месту их переработки — форвардером.

В первом и втором вариантах мобильные рубительные машины находятся в непосредственной близости от дороги. Некоторые фирмы устанавливают рубительные модули непосредственно на форвардеры, которые перерабатывают сваленные (пакетированные) деревья (сортименты) на делянках с погрузкой в кузов. При полном заполнении кузова форвардер перевозит щепу к погрузочной площадке и разгружает ее самосвалом.

2.3. Использование универсальных машин манипуляторного типа, оснащенных ЗСУ с накопителем, рубительной установкой и самосвальным кузовом, которые выполняют технологический процесс (ТП) в полном объеме.

Первые два варианта широко используются за рубежом при заготовке топливной щепы на специально выращиваемых для энергетических целей плантационной древесины.

При выполнении рубок ухода за лесом наиболее современным и перспективным является вариант использования универсальной лесной транспортно-технологической машины (УЛТТМ), выполняющей все операции технологического процесса производства топливной щепы. Предлагаемый вариант технологического процесса выполнения рубок ухода за лесом с заготовкой топливной щепы представлен на рисунке. При его разработке были учтены лесохозяйственные требования, предъявляемые к рубкам ухода за лесом. Для его осуществления предусматривается использование УЛТТМ в фронтальном исполнении с максимальным вылетом стрелы до 10 м на гусеничном ходу с целью снижения удельного давления на грунт в соответствии с [6].



Технологический процесс рубок ухода за лесом с заготовкой топливной щепы:
1 — пасека; 2 — технологический коридор; 3 — машина транспортно-технологическая; 4 — контейнер; 5 — дорога лесовозная; 6 — подрост; 7 — деревья для переработки

Предложенный вариант технологического процесса в зависимости от объема древесины на лесосеке может быть выполнен по следующим схемам:

1. Прорубка технологического коридора (ТК) по всей длине делянки. УЛТТМ, перемещаясь по визиру, на стоянках спиливает ЗСУ все деревья, расположенные на ТК, формируя их в накопителе в вертикальном положении. По мере заполнения накопителя ЗСУ с пачкой деревьев переводит в горизонтальное положение вдоль ТК и подает к рубительной установке, которая перерабатывает ее, перемещая полученную щепу в кузов.

При полном заполнении кузова, если УЛТТМ не прошла по всей длине делянки, спиленные деревья складировать в пределах ТК. При повторном проходе УЛТТМ они перерабатываются. Заполненный щепой кузов УЛТТМ перегружает самосвалом в контейнер, расположенный у лесовозной дороги.

При последующем проходе на прорубленном ТК на остановках УЛТТМ осуществляет захват и спиливание деревьев в границах полупасек в накопителе. Сформированная пачка деревьев перемещается на минимальный вылет стрелы, по-

ворачивается по ходу движения УЛТТМ, переводится в горизонтальное положение на ТК и подается к рубительной установке. Наличие накопителя в конструкции ЗСУ позволяет спиливать и удерживать несколько деревьев одновременно.

Переработка спиленных деревьев в щепу может осуществляться одновременно с разработкой пасеки или отдельно при складировании всего древостоя, освоенного на делянке.

Освоив и переработав все деревья, намеченные к рубке на стоянке, УЛТТМ перемещается к другой и выполняет аналогичные технологические переходы и операции.

2. При малых объемах осваиваемых деревьев на лесосеке прорубка ТК и освоение полупасек выполняется одновременно в соответствии с технологическим процессом по первой схеме.

При полном заполнении контейнера, расположенном у лесовозной дороги, его погрузку, транспортировку и разгрузку потребителю выполняет автомобиль-самопогрузчик, выполненный по схеме затаскивания накопителя на себя и разгрузкой в режиме самосвала.

В классификации видов рубок такие мероприятия, как осветление, прочистка, уход за подлеском, прореживание, определены как рубки без заготовки древесины. Однако при использовании биомассы, в которую входят стволы, кора, крона, верхняя часть в качестве биотоплива (топливной щепы) такая классификация не совсем адекватна.

Таким образом, при внедрении предложенного технологического процесса рубок ухода за лесом используется вся биомасса освоенных деревьев при соблюдении лесоводственных и экологических требований. Рекомендуется лесозаготовительным предприятиям РК использовать предложенный технологический процесс и средства механизации для рубок ухода за лесом.

Библиографический список

1. Энергетическое использование древесной биомассы, заготовка, транспортировка, переработка и сжигание [Текст] : учеб. пособие / В.С. Сюнёв, А. В. Питухин [и др.]. — Петрозаводск : Петрозав. гос. ун-т, 2014. — 123 с.
2. Захаренко, Г. П. Комплексное использование древесины [Текст] : учеб. пособие / Г. П. Захаренко. — Йошкар-Ола : Марийский гос. техн. ун-т, 2006. — 104 с.
3. Передерий, С. Щепка как твердое топливо в Европе [Текст] / С. Передерий // Лес-Пром Информ. — 2010. — № 25. — С. 132—135.
4. Каръялайнен, Т. Поставка древесного топлива в Финляндии [Текст] / Т. Каръялайнен, Ю. Герасимов // Интерес Карелия : материалы семинара «Лесная энергия». — Петрозаводск, 2011. — 32 с.
5. Лесной кодекс Российской Федерации [Текст]. — Москва : Омега-Л, 2009. — 48 с.
6. Рекомендации по защите лесных почв от повреждений при проведении лесозаготовительных работ в Республике Коми [Текст] / Ю. А. Паутов [и др.]. — Сыктывкар, 2004. — 18 с.

УДК 630*611

В статье рассматриваются различные подходы к содержанию понятия неистощительности лесопользования и способам ее оценки, а также связанная с ним законодательная практика определения ежегодного максимально возможного объема заготовки лесных ресурсов. Проанализированы преимущества и недостатки рассматриваемых методов, а также опыт определения неистощительности лесопользования в Республике Коми. Даны рекомендации по применению различных методов оценки в соответствии с территориальными особенностями ведения лесного хозяйства и лесопользования.

Ключевые слова: неистощительность лесопользования, расчетная лесосека, продуктивность лесов, эколого-экономическое районирование.

И. В. Харионовская,
младший научный сотрудник
лаборатории экономики природопользования
(Институт социально-экономических и
энергетических проблем Севера Коми НЦ УрО РАН)

ТЕОРИЯ И ПРАКТИКА ОПРЕДЕЛЕНИЯ НЕИСТОЩИТЕЛЬНОСТИ ЛЕСОПОЛЬЗОВАНИЯ (НА ПРИМЕРЕ РЕСПУБЛИКИ КОМИ)

Понятие неистощительности актуализировалось в советской экономике в 40—50-х гг. XX века в рамках осмысления принципов постоянного и непрерывного лесопользования. Принцип неистощительности лесопользования, по определению А. С. Шейнгауза, означает сохранение потенциальной комплексной продуктивности лесных ресурсов на неубывающем уровне [1, с. 32]. Данный принцип несколько отличается от принципа постоянства, т. к. ставит на первое место потенциальную способность к восстановлению лесных ресурсов, а не стабильные во времени объемы их использования. При этом на протяжении рассматриваемого периода должны соблюдаться следующие соотношения:

$$V_t \leq Z_t; \quad (1)$$

$$Z_{t+1} \geq Z_t, \quad (2)$$

где V_t — объем лесопользования; Z_t, Z_{t+1} — продуктивность лесных ресурсов в период t и $t + 1$.

В настоящее время обеспечение неистощительности лесопользования на законодательном уровне состоит в требовании соответствия объемов заготовки леса максимально допустимой норме — расчетной лесосеке. В Приказе Рослесхоза от 27.05.2011 № 191 «Об утверждении Порядка исчисления расчетной лесосеки» (зарег. в Минюсте РФ 06.07.2011 № 21276) утверждается, что «расчетная лесосека определяет допустимый ежегодный объем изъятия древесины в эксплуатационных и защитных лесах, обеспечивающий многоцелевое, рациональное, непрерывное, неистощительное использование лесов, исходя из уста-

новленных возрастов рубок, сохранение биологического разнообразия, водоохраных, защитных и иных полезных свойств лесов». В соответствии с этим приказом, при сплошных рубках исчисление расчетной лесосеки осуществляется следующими методами: лесосеки равномерного пользования; первой возрастной лесосеки; второй возрастной лесосеки; интегральной лесосеки.

Расчетная лесосека **равномерного пользования** применяется в лесах с относительно равномерным распределением площади лесных насаждений и запасов древесины лесных насаждений соответствующего хозяйства по группам возраста и определяется как частное между покрытой лесной растительностью площадью хозяйства и установленным возрастом рубки насаждений.

Первая возрастная лесосека применяется в хозяйствах с истощенными запасами спелой древесины (менее 20 % от общего запаса) и определяется как частное от площади приспевающих и спелых насаждений и продолжительности в годах этих классов возрастов насаждений.

Вторая возрастная, а также **интегральная** лесосеки используются для лесов, в которых запасы древесины спелых и перестойных лесных насаждений составляют более 50 % от общего запаса древесины. Вторая возрастная лесосека определяется как частное от площади средневозрастных, приспевающих, спелых и перестойных насаждений и продолжительности этих классов возрастов насаждений в годах. В исчислении интегральной лесосеки при суммировании площадей насаждений различных возрастов используются специально разработанные коэффициенты.

Данные методы и подходы к определению расчетной лесосеки имеют существенные недостатки, ведущие при применении на практике к ухудшению состояния лесного фонда, основные из которых заключаются в следующем:

1. Методы определения неистощительного объема лесопользования в соответствии с расчетной лесосекой подразумевают обеспечение постоянного максимального объема изъятия лесных ресурсов на заранее заданный период времени. Если он меньше периода оборота рубки, то это может привести к последующему истощению ресурсов.

2. В расчет принимаются леса крайне низкой продуктивности (с запасом древесины свыше 50 м³/га).

3. Расчет делается на основе сильно устаревших и исходно неточных данных (средний возраст лесоустройства по стране составляет 20 лет).

4. Из расчета пользования не исключаются экономически недоступные леса, а также леса, пользование которыми ограничено (зоны моратория, особо охраняемые природные территории и др.)

5. Используемые методы недостаточно учитывают динамику лесного фонда, при которой в процессе лесопользования на участке меняется возрастной и породный состав лесов — воздействие лесохозяйственных рубок и других мероприятий, пожаров, нападения лесных вредителей и пр.

6. Не установлены нормативы определения объема пользования для отдельного арендованного участка. Расчетная лесосека устанавливается только

для лесничества, а правила ее распределения между арендованными участками не установлены, что может приводить к завышению объемов пользования.

Специалистами определено, что применение на практике трех из четырех предусмотренных нормативами формул расчета ежегодного объема пользования ведет к быстрому истощению запасов древесины и, соответственно, к значительному падению объема пользования (в 2—4 раза в течение половины оборота рубки).

Попытка решить некоторые проблемы, связанные с несовершенством действующей методики исчисления расчетной лесосеки, была сделана экспертами, участвовавшими в разработке Российского национального стандарта добровольной лесной сертификации по схеме FSC [2]. Ими была разработана экспресс-методика оценки неистощительности объема лесопользования. В качестве периода для оценки предлагается рассматривать половину оборота рубки (возраста рубки). Допустимый объем ежегодного использования хвойных лесов оцениваемого лесного участка определяется по формуле:

$$V_{\text{неист}} = (S_{\text{хв}} - S_{\text{хв.опр}})V_{\text{хв}}/(0,5A_{\text{хв}}),$$

где $V_{\text{неист}}$ — условно неистощительный ежегодный объем пользования по данной породе (группе пород) для данного участка; $S_{\text{хв}}$ — площадь спелых и перестойных лесов с преобладанием данной хвойной породы (группы пород); $S_{\text{хв.опр}}$ — площадь спелых и перестойных лесов с преобладанием данной хвойной породы (группы пород) в пределах охраняемых участков, исключенных из пользования; $V_{\text{хв}}$ — средний запас древесины в пределах спелых и перестойных лесов с преобладанием данной хвойной породы (группы пород) на арендованной территории; $A_{\text{хв}}$ — возраст рубки для данной породы в данном лесном районе.

В случае, если фактический среднегодовой объем пользования древесиной по спелым и перестойным лесам хвойной хозсекции и ее среднегодовых потерь за последние три года более чем на 10 % превосходит вычисленный объем неистощительного пользования, лесопользование на данном арендованном участке признается истощительным и нуждающимся в корректировке в сторону снижения.

По признанию самих экспертов, данная методика имеет ограничения — применима только в отношении лесных участков, расположенных в пределах таежной зоны и зоны хвойно-широколиственных лесов, только в отношении запасов древесины хвойных пород и только в том случае, если большая часть территории (не менее 50 %), для которой производится оценка, представлена спелыми и перестойными насаждениями. Кроме того, экспресс-методика основывается на допущении, что запасы спелых и перестойных хвойных лесов распределены по площади равномерно и соответствуют среднему запасу.

Другой подход к определению допустимых объемов пользования древесиной был предложен сотрудниками Карельской региональной общественной организации «Северная природоохранная коалиция» (КРОО «СПОК») [3]. Подход основан на имитационной модели динамики всей возрастной структуры на-

саждений — от начальных до старших классов возраста. Достоинство подхода состоит в том, что он позволяет вычислять расчетную лесосеку в эксплуатационных лесах с различной исходной возрастной структурой и различной интенсивностью лесопользования. В отличие от применяемых ныне формул расчетных лесосек, имитационная модель рассчитывает этот процесс относительно всех разновозрастных групп деревьев. Компьютерная программа для расчета размещена в сети интернет в открытом доступе и позволяет производить необходимые расчеты в режиме «онлайн» [4].

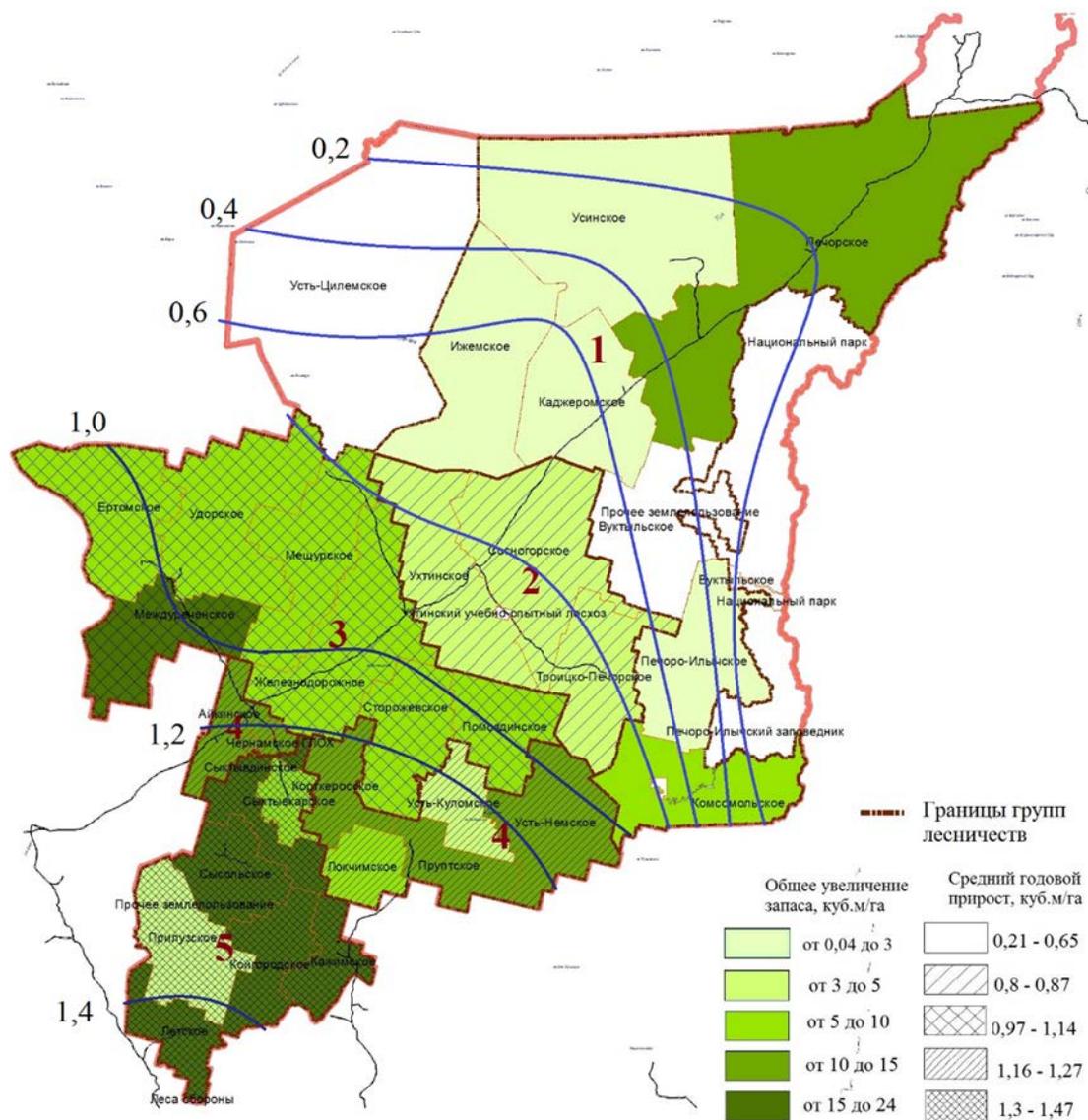
В Республике Коми с 1993 г. специалистами Института Биологии Коми НЦ УрО РАН, а также Сыктывкарского лесного института проводятся исследования, посвященные формированию эколого-экономических основ организации лесного хозяйства, результатом которых стала разработка схемы эколого-экономического районирования территории [5, с. 14—30]. Разработка схемы была основана на определении линий одинакового среднего прироста на единицу площади (гектар), выравненных по обобщенным факторам тепло- и влагообеспеченности.

Показатели выравненного среднего прироста древесины на 1 га могут стать основой определения показателей неистощительности лесопользования, так как хорошо отражают территориальную дифференциацию лесов по продуктивности. С их помощью можно определить примерный максимально допустимый ежегодный объем заготовки в пределах территории лесохозяйственного планирования, соответствующий общему годичному приросту древесины.

Институтом социально-экономических и энергетических проблем Севера в 2017 г. проведено исследование размера истощения и возможностей улучшения ресурсной базы лесопользования в Республике Коми с использованием выше названных показателей среднего прироста по лесничествам. Применялись также показатели площади, пригодной для лесовосстановления, средних удельных запасов лесных ресурсов и экспертные оценки эталонных характеристик лесных ресурсов, которых можно было бы достичь при соблюдении лесоводственно обоснованных норм организации мероприятий по уходу и восстановлению лесов [6]. На основе этих данных был определен показатель возможного увеличения запаса лесных ресурсов на 1 га после проведения восстановительных мероприятий по лесничествам. В результате сопоставления показателей среднего прироста и показателей потенциала восстановления лесов была произведена группировка лесничеств (рисунок) и определены приоритетные направления развития лесного хозяйства для каждой группы, обеспечивающие экологическую, социальную и экономическую устойчивость.

Группа 1. Это наименее продуктивные леса, в которых объемы заготовки, соответствующие неистощительному лесопользованию, настолько малы, что получаемый доход не компенсирует даже минимальных затрат на планирование и организацию хозяйственной деятельности. В таких лесах целесообразно заменить постоянные лесозаготовки непромышленным лесопользованием, включающим обеспечение населения топливной древесиной, побочное пользование

лесом и другое. Восстановление лесов после сплошных рубок будет настолько длительным, что с точки зрения экономики неоправданно.



Распределение и группировка лесничеств по среднему приросту и увеличению запаса на 1 га после лесовосстановления

Группа 2. Леса с низкой продуктивностью и запасом. Рекомендуются лесозаготовки выборочным способом, с изъятием лучших с точки зрения качества и породы деревьев. Такие деревья имеют достаточно фрагментированную территорию расположения. Ведение лесного хозяйства в данной группе не должно приводить к истощению лесных ресурсов и не требовать больших финансовых затрат вследствие ограниченного лесного дохода.

Группа 3. Леса с невысокой продуктивностью и средним удельным запасом. Рекомендуется организация постоянного лесопользования, основанного на использовании естественной способности лесов к восстановлению. Такое лесопользование соответствует экстенсивной модели ведения лесного хозяйства. Низкий уровень доходности этих лесов подразумевает низкую интенсивность

лесохозяйственных мероприятий и сохранение качественных показателей лесов на постоянном уровне.

Группа 4. Леса с относительно высокими показателями качества. Рекомендуется применение некоторых интенсивных методов лесовосстановления. Однако интенсификация в этой группе ограничивается низкой эффективностью в сравнении с южными, более высокопродуктивными лесами.

Группа 5. Лесные ресурсы с наивысшими показателями продуктивности и запаса. Необходима организация эффективного хозяйства, направленного на интенсивное лесовыращивание. При этом в лесах с помощью запланированных лесохозяйственных мероприятий должны достигаться целевые показатели состава и структуры лесов за наименьший период времени.

Таким образом, для наименее продуктивных северных лесов и лесов с низкой продуктивностью (средним годовым приростом), а также лесов со средними показателями прироста целесообразно использование экстенсивных методов лесопользования с небольшими объемами заготовок. Для группы лесов с относительно высокими и максимально высокими показателями целесообразно применение интенсивных методов, подразумевающих формирование лесов максимального запаса и высокой товарной ценности за минимальный период времени.

Изучение различных методов определения показателей неистощительного лесопользования позволяет сделать вывод о происходящем процессе совершенствования в направлении более полного учета факторов, воздействующих на качественные и количественные параметры лесов. При планировании объема лесопользования рекомендуется сочетание различных методов определения неистощительности, соответствующих либо экстенсивным, либо интенсивным типам лесопользования. При выборе методики необходимо учитывать особенности ведения лесного хозяйства, а также ресурсные потребности конкретных лесных участков, и применять известные в настоящее время методы в едином комплексе.

Библиографический список

1. Антонова, Н. Е. Управление лесным комплексом многолесного региона [Текст] / Н. Е. Антонова, А. С. Шейнгауз. — Владивосток : Дальнаука, 2002. — 192 с.
2. Кобяков, К. Непрерывное неистощительное пользование лесом или расчетная лесосека? [Текст] / К. Кобяков // Устойчивое лесопользование. — 2014. — № 3. — С. 13—20.
3. Коросов, А. В. О разработке нового подхода для исчисления параметров расчетной лесосеки неистощительного пользования [Текст] / А. В. Коросов, А. В. Родионов, В. Е. Голубев [и др.] // Принципы экологии. — 2014. — Т. 3. — № 2. — С. 4—20.
4. Программа определения величины расчетной лесосеки [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <http://hcvf.ru/lesoseka>.
7. Эколого-географические основы рационального природопользования в многолесных районах [Текст]. — Сыктывкар : Ин-т биологии Коми НЦ УрО РАН, 1995. — 112 с.
8. Носков, В. А. Устойчивое использование природного капитала лесов как фактор «зеленой» экономики [Текст] / В. А. Носков // Актуальные проблемы, направления и механизмы развития производительных сил Севера — 2016 : материалы V Всеросс. науч. семинара (21—23 сентября 2016 г., Сыктывкар) : в 2 ч. — Сыктывкар, 2016. — Ч. II. — С. 28—35.

УДК 677.026.425

В статье представлены результаты исследований цифровых, аналоговых и интернет технологий, а также аддитивных технологий (далее — АТ), включающих послойное наращивание изделий с помощью 3D-технологий. Сформированы предложения по использованию АТ в процессах экструзии, напыления и ламинирования для получения сложных геометрических форм. Представлены классическая и модернизированная схемы лазерного наложения порошков на поверхность изделий. Отмечены недостатки и достоинства 3D-технологий по сравнению с технологией механического удаления лишнего материала с поверхности заготовок.

Ключевые слова: безотходные технологии, аддитивный процесс, 3D-модели, послойное наращивание, геометрические формы, прочностные характеристики, экология, экономика, экологически безопасные технологии.

В. Т. Чупров,
заведующий лабораторией;

В. В. Поздеев,
студент, 3 курс, направление «Теплоэнергетика и теплотехника»
(Сыктывкарский лесной институт)

СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ: ОСОБЕННОСТИ ИХ РАЗВИТИЯ И ПРИМЕНЕНИЯ

Современные требования в различных сферах народного хозяйства диктуют применение современных технологий, обеспечивающих экономию времени и финансовых затрат, снижения затрат на логистику и расходные материалы, а также безотходное изготовление изделий со сложными геометрическими формами, с необходимой чистотой поверхности и прочностью [1].

В ходе исследований проведен анализ современных технологий, в том числе цифровых, аналоговых и аддитивных технологий.

Распространение цифровых технологий в области проектирования (САД), моделирования и расчетов (САЕ) и механической обработки (САМ) стимулировало развитие 3D-печати, что привело к созданию 3D-принтеров. Цифровые и аналоговые технологии обеспечивают быструю передачу данных, облегчают доступ ко всякой информации и передовым разработкам [2, 3].

Точные технологии находят применение в лесоведении на основе цифровых методов с использованием специальных вычислительных машин для сбора, обработки и анализа данных. Применяются смартфоны, планшеты с программным приложением и выходом в Интернет. Используются геоинформационные системы и данные дистанционного зондирования земли, а также автоматизированное дешифрирование аэрокосмических изображений [4].

Интернет-технологии сегодня активно развиваются, шагают вперед и обеспечивают высокоскоростной доступ к информации. Совместное применение цифровых и аналоговых технологий дает возможность повысить качество функционирования оборудования [2].

Аддитивные технологии — это послойное наращивание объекта с помощью 3D-технологий. Аддитивный процесс послойного создания модели происходит в разных процессах, в которых моделируются 3D-объекты [5].

Аддитивное производство включает облучение, экструзию, струйное напыление, сплавление, ламинирование и другие процессы. Аддитивное производство продукции востребовано в строительстве, сельскохозяйственной промышленности, машиностроении, авиастроении, судостроении, космонавтике, медицине и фармакологии.

Аддитивные технологии используются в прогрессивных производствах. Формирование изделий производится послойным наращиванием изделия расплавленной пластиковой нитью; 3D-полноцветная печать выполняется склеиванием порошка, состоящего из гипса и других материалов.

Особо прочные объекты любых форм и размеров производятся лазерным наложением, а многоструйное 3D-моделирование — с использованием фотополимеров и воска. Успешно выполняется послойное отверждение жидкого полимера с помощью лазера, также селективное лазерное плавление порошков.

В настоящее время аддитивные технологии нашли применение в автомобильном производстве. Так, создан 3D-автомобиль: кузов и некоторые детали напечатаны на 3D-принтере. Есть автомобили, большинство деталей которых выполнено с помощью трехмерной печати с использованием пластика и стекловолокна. С помощью аддитивных 3D-технологий в медицине воплощены искусственное выращивание человеческой кожи, биосовместимая костная ткань, изготавливают долговечные стоматологические протезы и коронки, индивидуальные слуховые аппараты и ортопедические протезы.

Аддитивные 3D-технологии имеют положительные аспекты. Это экономия времени и финансов, снижение затрат на логистику и расходные материалы, сокращение количества персонала, воплощение в производство любых сложных геометрических форм с необходимыми прочностными и другими характеристиками.

Основными недостаткам аддитивных технологий являются дороговизна материалов, особенно полимеров, трудоемкость процесса на всех этапах, обеспечивающих точное воспроизводство всех свойств и устранение погрешностей, а также сложный процесс определения побочных продуктов после поликонденсации.

Аддитивные технологии изготовления изделий основаны на «добавлении» материала, в отличие от технологии механической обработки, предусматривающей «вычитание» лишнего материала из заготовки.

Классической технологией послойного синтеза является SLA-технология, т. е. стереолитографический метод поэтапного отверждения жидкого полимера лазером. Лазер является источником света для отверждения — фотополимерной композиции при изготовлении масштабных моделей и макетов с повышенной точностью форм [5].

Активно развивается SLS-технология — метод селективного (послойного) лазерного сплавления металлических и полиамидных порошков. Лазер является источником тепла, производящего сплавление частичек порошка. Модельным

материалом служат металлические порошки на основе никеля, кобальта, железа и порошков бронзы. В медицине применяются композиции драгоценных металлов. Применяются порошки полиамидов. Полистирол используется для изготовления линейных выжигаемых моделей. Современные SLS-принтеры способны работать с глиной, цементом, порошками металлов и полимеров.

На рис. 1. показана схема лазерного наслоения порошков на поверхность изделий. Порошок 2 из бункера 1 подается в камеру 3 и далее поступает в рабочую камеру 12. Дозирование подачи материала осуществляется заслонкой 4 и отсекателем 6. По данным из 3D-системы осуществляется послойное нанесение порошка по высоте детали 7. Перемещение плиты 8 на заданную высоту с определенным шагом производится пневмоцилиндром 9. Сплавление частичек порошка производится лазерным лучом 10, фокусируемым линзой 13 и подвижным зеркалом 14.

Для повышения эффективности технологии наслоения порошков на поверхность изделий, для снижения затрат на логистику и регулирование объема камеры 3 предлагается модернизированная схема лазерного наслоения порошков на поверхность изделий (рис. 2). Аналогично предыдущей схеме (рис. 1), по данным из 3D CAD-системы выполняется подача из бункера 1 порошка 2 в камеры 3 и 12, дозирование материала и сплавления частичек порошка осуществляется лучом лазера 10. Усовершенствованный метод подачи материала для сплавления частичек порошка лучом лазера производится дозированием объема камеры 3 пневмоцилиндром 15.

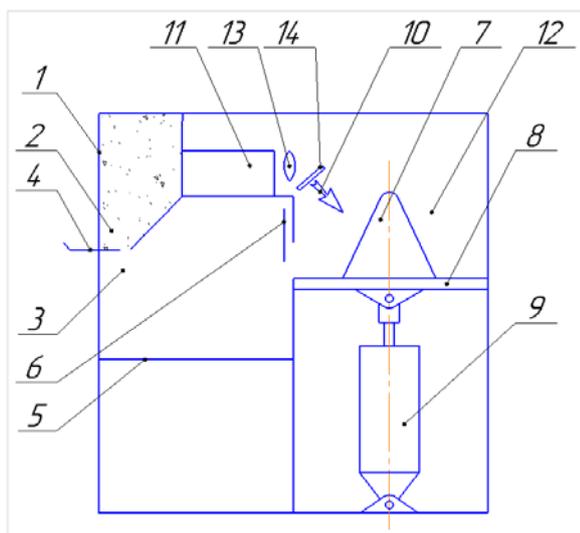


Рис. 1. Схема технологии лазерного наслоения порошков на поверхность изделий:

- 1 — бункер; 2 — порошок; 3 — камера;
- 4 — заслонка; 5 — дно; 6 — отсекатель;
- 7 — деталь; 8 — плита; 9 — пневмоцилиндр;
- 10 — луч лазера; 11 — лазер;
- 12 — рабочая камера; 13 — линза;
- 14 — зеркало

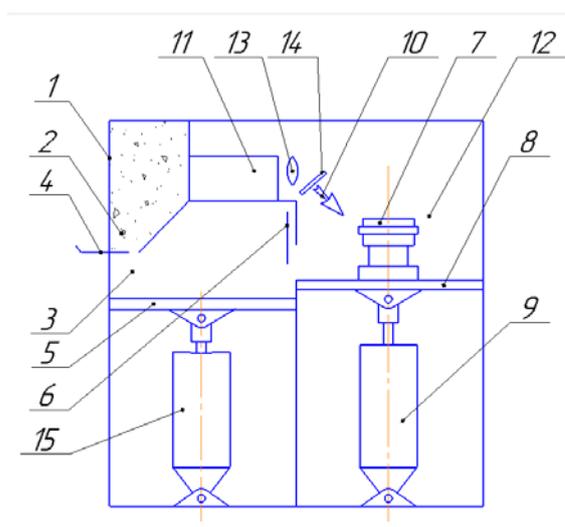


Рис. 2. Модернизированная схема технологии лазерного наслоения и послойного наращивания заготовки:

- 1 — бункер; 2 — порошок; 3 — камера;
- 4 — заслонка; 5 — дно; 6 — отсекатель;
- 7 — деталь; 8 — плита; 9—15 — пневмоцилиндр;
- 10 — луч лазера; 11 — лазер;
- 12 — рабочая камера; 13 — линза;
- 14 — зеркало; 15 — пневмоцилиндр

Выводы. Цифровые, аналоговые и интернет технологии востребованы и обеспечивают экономию времени, финансовых затрат и расходных материалов. Наиболее эффективно их совместное применение, которое повышает качество функционирования всего оборудования.

В аддитивном производстве послойное наращивание изделий, получение сложных геометрических форм с необходимой точностью и прочностью поверхности обеспечивается экструзией, струйным напылением и ламинированием. Наиболее эффективным методом получения необходимых форм и размеров деталей является метод лазерного плавления порошков на поверхность изделий.

Совершенствование и эффективность процесса наслоения порошков на изделия могут быть достигнуты дозированием подачи материала в зону наслоения и точностью наведения луча лазера на поверхность детали.

Аддитивные 3D-технологии при наличии 3D-среды, включающей научные исследования, создание, изготовление и применение полученной высококлассной продукции успешно решают экологические и экономические проблемы предприятия [5].

Библиографический список

1. Григорьев, С. Н. Перспективы развития инновационного аддитивного производства в России и за рубежом [Текст] / С. Н. Григорьев, И. Ю. Смуров // Инновации. — 2013. — Т. 10. — № 180. — С. 76—82.
2. Цифровые технологии [Электронный ресурс] // Доверие и конфиденциальность. — Режим доступа: <https://www.trusted.ru/>.
3. Аналоговые технологии [Электронный ресурс] // Академик. — Режим доступа: https://normative_reference_dictionary.academic.ru/.
4. Информационные технологии в лесном хозяйстве [Электронный ресурс] // Успехи современного естествознания [Электронный ресурс] — Режим доступа: <https://natural-sciences.ru/ru/article/view?id=36887>.
5. Зленко, М. А. Адаптивные технологии в машиностроении [Текст] : пособие для инженеров / М. А. Зленко. — Москва : ГНЦ РФ ФГУП «Нами», 2015. — 220 с.

УДК 630*42

Приведены основные лесоводственные, экологические и технологические требования к конструкции универсальной транспортно-технологической машины для рубок ухода за лесом с заготовкой топливной щепы. Предложен вариант общей компоновки фронтальной универсальной транспортно-технологической машины для слабонесущих грунтов выполненный по агрегатному методу проектирования с целью достижения максимальной производительности.

Ключевые слова: рубки ухода за лесом, топливная щепка, универсальная транспортно-технологическая машина, монорамная конструкция, гусеничное шасси, технологическое оборудование.

Д. Г. Шутов,
студент, 4 курс, направления подготовки
«Технологические машины и оборудование»;
А. Ф. Кульминский,
кандидат технических наук, доцент
(Сыктывкарский лесной институт)

УНИВЕРСАЛЬНАЯ ЛЕСНАЯ ТРАНСПОРТНО-ТЕХНОЛОГИЧНАЯ МАШИНА ДЛЯ РУБОК УХОДА ЗА ЛЕСОМ

На сегодняшний день большинство современных лесозаготовительных машин отличаются агрессивностью воздействия на окружающую среду. В частности, они не позволяют эффективно использовать древесную биомассу.

Для выполнения рубок ухода за лесом с заготовкой топливной щепы необходима лесная универсальная транспортно-технологическая машина (далее — УЛТТМ) с конструктивными особенностями, которые позволят эффективно эксплуатировать ее в условиях слабонесущих грунтов Республики Коми с минимальным отрицательным воздействием на оставленные на доразращивание деревья и подрост.

При проектировании УЛТТМ необходимо учесть следующие требования [1]:

1. Общая площадь трасс технологических коридоров (далее — ТК) не должна превышать 15 % от площади лесосеки.

2. Количество поврежденных деревьев не должно превышать 5 % от количества оставленных после рубки. К поврежденным относятся деревья с отколом вершины, сломом ствола, повреждение кроны на одну треть, обдиром коры на стволе, составляющем 10 % и более окружности с обдиром сплетенных корней.

Учитывая особенности технологического процесса заготовки топливной щепы при проведении рубок ухода за лесом и современное направление лесного машиностроения необходима УЛТТМ манипуляторного типа с захватно-срезающим устройством (далее — ЗСУ) и накопителем на 5—6 деревьев, руби-

тельной установкой и самосвальным кузовом. Все агрегаты и технологическое оборудование устанавливаются на монорамном шасси.

В соответствии с обозначенными положениями:

1. Конструкция УЛТТМ должна обеспечивать высокую производительность наличием накопителя деревьев в ЗСУ.

2. Максимальный вылет стрелы манипулятора должен быть обоснован лесозаготовительными требованиями. При ширине ТК 3 м он должен составлять 10 м [1].

3. Удельное давление на грунт не должно превышать предельно рекомендуемого 50 кПа, что обеспечивается наличием гусеничной ходовой системы [2].

4. Целесообразно использование такой рубительной установки, которая может перерабатывать несколько тонкомерных деревьев одновременно, обеспечивая при этом максимальную производительность.

5. Масса в снаряженном состоянии должна быть минимальной с целью увеличения грузоподъемности УЛТТМ.

Учитывая вышеизложенные рекомендации, необходима разработка УЛТТМ с оригинальной общей компоновкой. Общая компоновка фронтальной УЛТТМ — совокупность агрегатов, базовое шасси и технологическое оборудование, размещенные в системном конструктивном пространстве, определяемом шириной ТК. Эти агрегаты не должны мешать друг другу при функционировании и обеспечить ремонтпригодность УЛТТМ.

Общая компоновка УЛТТМ по агрегатному методу достигается посредством соответствующего распределения масс и сил, действующих на опорные элементы — гусеничные ленты.

Расположение агрегатов, систем, технологического оборудования должно отвечать требованиям, которые подразделяют:

1) на функциональные, выполнение которых гарантирует осуществление технологического процесса взаимодействия УЛТТМ с предметом труда — деревом и топливной щепой в полном объеме, работоспособность конструкции при обеспечении поперечной и продольной устойчивости в допустимых условиях эксплуатации;

2) эргономические, эстетические для обеспечения комфортных условий труда оператору с целью достижения максимальной производительности.

Функциональные требования УЛТТМ предусматривают:

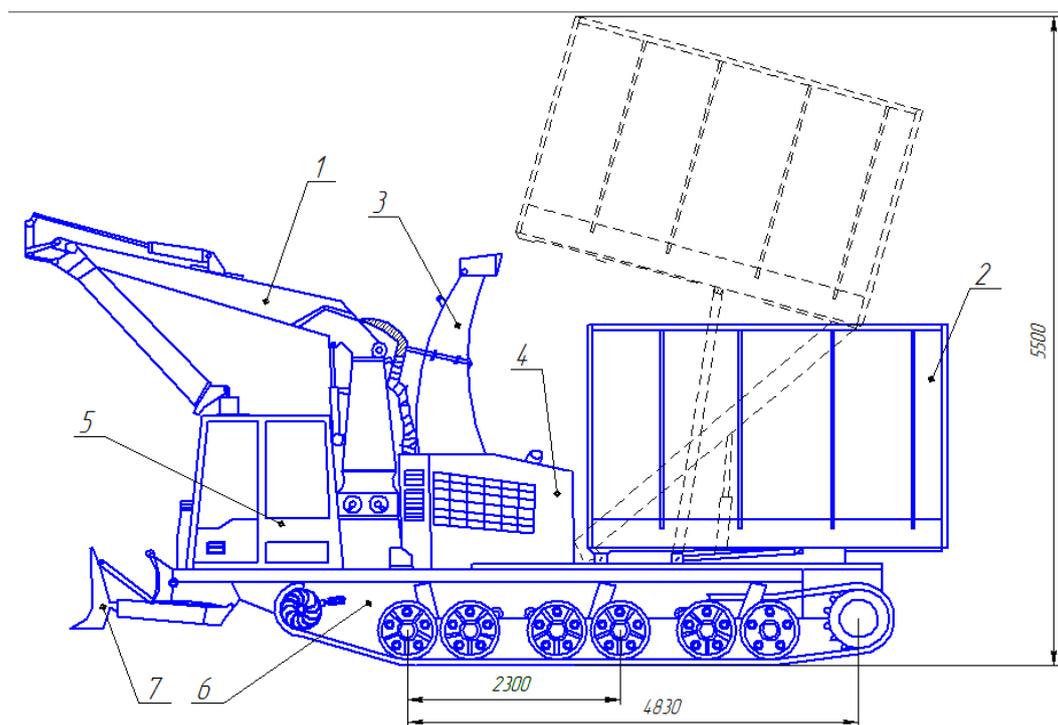
1) надежный захват деревьев в накопитель ЗСУ, спиливание, вынос их в вертикальном положении на минимальный вылет манипулятора, поворот, перемещение, подача к рубительной установке;

2) обеспечение выполнения технологического процесса в рабочей зоне манипулятора в полном объеме;

3) функционирование при допустимых уклонах местности.

В соответствии выше обозначенными требованиями предлагается вариант общей компоновки УЛТТМ применительно к природно-климатическим условиям Республики Коми.

УЛТТМ для рубок ухода за лесом (рисунок) представляет монорамную конструкцию на гусеничном шасси. В передней части располагается моторный отсек с двигателем, поворотная платформа, на которой устанавливаются манипулятор с ЗСУ и накопителем, кабина оператора. Рубительная установка, самосвальный кузов находятся в задней части УЛТТМ.



Универсальная лесная транспортно-технологическая машина:

1 — манипулятор; 2 — самосвальный кузов; 3 — рубительная установка;
4 — моторный отсек; 5 — кабина оператора; 6 — гусеничное шасси; 7 — толкатель

Технологическое оборудование с кабиной оператора располагаются на одном основании, так как такая компоновка обеспечивает хороший обзор рабочей зоны при выполнении технологического процесса.

На УЛТТМ установлен манипулятор параллельного типа, который имеет преимущества перед другими конструкциями.

Таким образом, исходя из вышеизложенного:

1. Предложен вариант общей компоновки УЛТТМ для рубок ухода за лесом с заготовкой топливной щепы для природно-климатических условий РК с соблюдением лесоводственных и экологических требований.

2. В конструкции УЛТТМ предусмотрено использование отечественных агрегатов в соответствии с программой импортозамещения.

Библиографический список

1. Лесной кодекс Российской Федерации [Текст] — Москва : ОМЕГА-1, 2009. — 48 с.
2. Рекомендации по защите лесных почв от повреждения при проведении лесозаготовительных работ в Республике Коми [Текст] / Ю. А. Паутов [и др.]. — Сыктывкар, 2004. — 18 с.

НАПРАВЛЕНИЕ «ТЕХНОЛОГИЯ ЗАГОТОВКИ И ПЕРЕРАБОТКИ ДРЕВЕСИНЫ»

УДК 674.08

На основе экспериментальных исследований получены зависимости относительных диаметров от относительных длин стволов для четырех пород, что позволяет оптимизировать программу распиловки на сортименты.

Ключевые слова: пиловочник, шпальник, кряж, баланс, хлыст, сортимент, обратная экспонента, коэффициент.

С. Г. Ганапольский,
кандидат технических наук, доцент
(Сыктывкарский лесной институт)

ПОВЫШЕНИЕ ПОЛЕЗНОГО ВЫХОДА ДРЕВЕСИНЫ ПРИ РАСКРОЕ ХЛЫСТОВ НА СОРТИМЕНТЫ

Очищенный от сучков ствол дерева (хлыст) раскраивается по длине на круглые сортименты — пиловочник, шпальник, кряж, баланс, строительное бревно и др. Уже эта первая операция раскроя (раскряжевка) должна обеспечивать максимальный полезный выход древесины в конечном изделии.

Для расчета сортиментных планов необходимо иметь данные по породному составу хлыстов, распределению хлыстов по однородным группам (по толщине), а также по распространенности пороков и качественных сортиментных зон, длине бревен и удельной величине каждого сортимента.

Программы раскроя должны предусматривать, из каких однородных групп хлыстов и какой части длины хлыста необходимо выпиливать соответствующие сортименты при заданном сортиментном плане и отведенном в рубку лесосечном фонде. Применение для этих расчетов ЭВМ возможно при наличии математической модели хлыста, т. е. уравнения его образующей, выражающей зависимость между текущим диаметром и расстоянием его от комлевого торца.

Срубленный ствол можно разделить на четыре зоны: комлевая, нижняя, срединная и вершинная.

В пределах комлевой и нижней зон образующая древесного ствола является монотонно вогнутой кривой. В срединной и вершинной частях ствола образующая имеет выпуклую форму и при нормальном развитии дерева эта кривая точек перегиба не имеет. Таким образом, уравнение образующей, первая часть которого обратная экспонента, а вторая — парабола второго порядка, связывающее диаметр ствола и соответствующую ему относительную высоту, имеет следующий вид:

$$y = a \cdot e^{-nx} - b \cdot x^2 - c \cdot x + d, \quad (1)$$

где y — относительный диаметр ствола на соответствующих относительных длинах; x — относительная длина ствола; n, a, b, c, d — постоянные коэффициенты, зависящие от породы, возраста, места произрастания и т. п.

Для определения численных значений коэффициентов в уравнении (1) были обработаны результаты натуральных замеров по 1000 стволов каждой породы и получены зависимости для ели, сосны, осины и березы:

$$\text{для ели:} \quad y = \frac{0,23}{e^{17,6 \cdot x}} - 0,5 \cdot x^2 - 0,12 \cdot x + 0,98;$$

$$\text{для сосны:} \quad y = \frac{0,27}{e^{13,1 \cdot x}} - 0,52 \cdot x^2 - 0,08 \cdot x + 0,94;$$

$$\text{для осины:} \quad y = \frac{0,24}{e^{12,1 \cdot x}} - 0,34 \cdot x^2 - 0,05 \cdot x + 0,94;$$

$$\text{для березы:} \quad y = \frac{0,25}{e^{15,4 \cdot x}} - 0,46 \cdot x^2 - 0,09 \cdot x + 0,96.$$

где y — текущий диаметр, отнесенный к диаметру на 0,1 длины ствола; x — относительная длина ствола, соответствующая конкретным сечениям, для которых определяются диаметры.

Полученные выражения позволяют оптимизировать программу раскроя и сортиментный план предприятия по выходу деловой древесины.

Библиографический список

1. Беленький, Ю. И. Методика оптимизации раскроя хлыстов для получения целевых сортиментов [Текст] / Ю. И. Беленький, О. И. Куницкая, С. С. Бурмистрова // Лесной весник. — 2013. — № 1. — С. 10—13.
2. Торопов, А. С. Обоснование мест и числа замеров при моделировании предмета труда в деревообрабатывающих производствах [Текст] / А. С. Торопов, А. П. Домрачев // Лесной журнал. — 2002. — № 4. — С. 96—101.
3. Гоберман, В. А. Технология научных исследований — методы, модели, оценки [Текст] / В. А. Гоберман, Л. А. Гоберман. — Москва : МГУЛ 2002. — 390 с.

УДК 674.8

В статье рассмотрена глубокая переработка древесных отходов, что в дальнейшем позволит предприятию рационально использовать имеющиеся ресурсы.

Ключевые слова: чурак, аренда, пиролиз, реторта, сырье, кряж.

М. Н. Кочева,
старший преподаватель;
Т. В. Шахова,
старший преподаватель
(Сыктывкарский лесной институт)

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ПРОЦЕСС ЛЕСОПЕРЕРАБОТКИ ДРЕВЕСИНЫ ПОГИБШИХ, ПОВРЕЖДЕННЫХ И ПЕРЕСТОЙНЫХ ЛЕСНЫХ НАСАЖДЕНИЙ ДЛЯ ПИРОЛИЗНОГО ПРОИЗВОДСТВА В ООО «ПЕЧОРАЭНЕРГОРЕСУРС»

Лесная промышленность России — это совокупность отраслей российской промышленности, связанных с заготовкой и переработкой древесины [1].

ООО «ПечораЭнергоРесурс» — предприятие, на котором реализуется инновационный проект по глубокой переработке лесных ресурсов. В его основе лежит концепция полностью вертикально интегрированной компании, которая контролирует все производственные цепочки лесопереработки, начиная от прямой долгосрочной аренды леса, собственной лесозаготовки, полной безотходной переработки всех лесоматериалов, включая зеленую массу, и заканчивая прямыми продажами всех видов готовой продукции на целевых рынках. Владеет долгосрочной арендой 47 га леса с расчетной лесосекой 109 тыс. м³ круглого леса в год. Лесной фонд, который отличается очень высокой плотностью древесины за счет суровых климатических условий, состоит в основном из ели, березы и осины. Из ели производятся клееные и погонажные изделия. Вся имеющаяся береза идет на изготовление мебельного щита. Порубочные остатки и зеленая хвойная масса являются сырьем для изготовления эфирных масел.

Низкокачественные отходы лесопиления обеспечивают топливом собственную котельную. Отходы лесопиления и другие отходы деревообработки, включая осину, являются сырьем для изготовления топливных гранул стандарта DIN PLUS.

Сырьем для выработки продукции цеха подготовки пиролизного сырья служат кряжи лиственных пород:

- 1) тарный кряж;
- 2) балансы лиственных пород;
- 3) технологическое сырье;
- 4) дрова лиственных пород.

Для производства древесного угля марки А сырьем служат не ниже 80 % кряжи из березовых пород. На рисунке показана схема цеха раскроя пиролизного сырья [2].

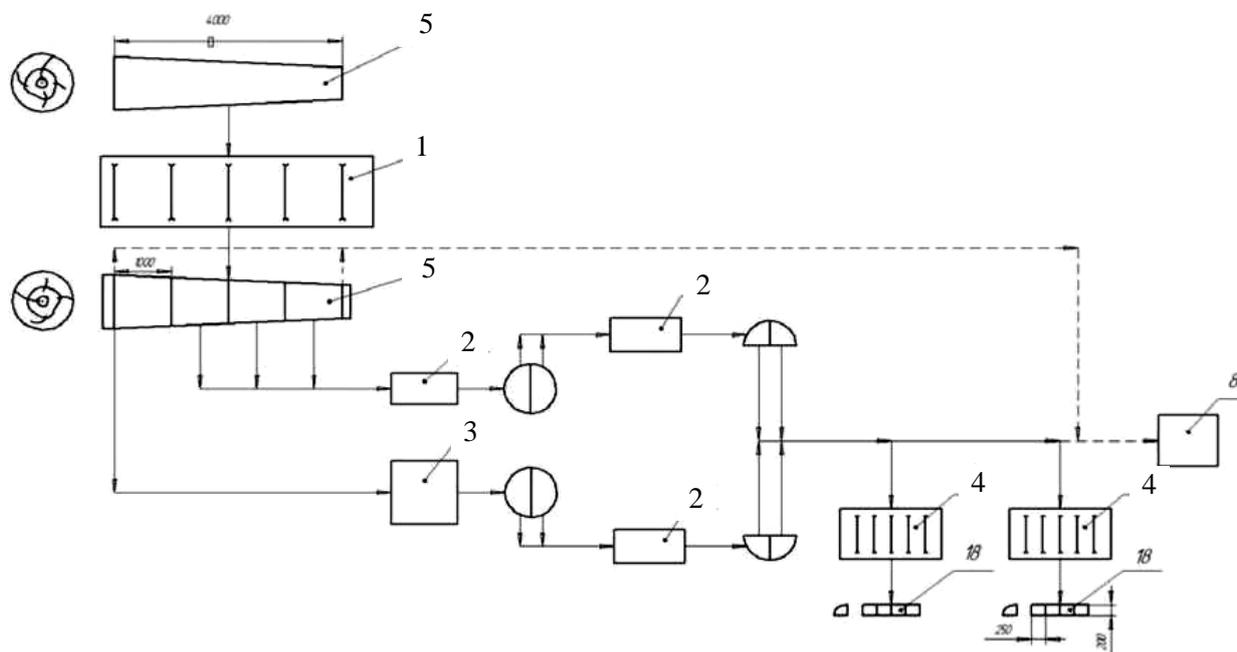


Схема раскроя пиролизного сырья на ООО «ПечораЭнергоРесурс»: 1 — большой слешер; 2 — колон КЦ-7; 3 — гидроколун ГК-8; 4 — малые слешеры; 5 — сырье

Технологический процесс работы цеха с объемом перерабатываемого сырья составляет 105,2 тыс. м³ в год. В цех через лесонакопитель поступает пиролизное сырье длиной 4 м и на большом слешере (количество пил диаметром 1250 мм — 5 шт.) делится на долготы длиной 1 м, которое далее раскалывается гидроколуном ГК-8 и колуном КЦ-7 и попадает на два малых слешера (количество пил диаметром 1000 мм — 5 шт.). На малых слешерах колотое долготы длиной 1 м делится на чураки 20 см. Далее по продольному транспортеру БА-3М готовое пиролизное сырье поступает в контейнеры, которые мотовозом по узкоколейной дороге отправляются в ретортный цех. Отходы после колки 1 м долготы направляются в рубительную машину для производства технологической щепы. В таблице показан раскрой сырья.

Баланс раскроя сырья 2017 г.

Наименование	Выход в год, %	Выход, м ³	
		в год	в сутки
Общий объем распиливаемого сырья	100	105 000	288
Цех подготовки пиролизного сырья			
Чураки	87	91 350	250
Отходы:			
- кусковые отход	6	6 300	17,3
- опилки при балансе раскроя	3	3 150	8,6
Потери: усушка и распыл	4	4 200	11,5
ИТОГО	100	105000	35,7

Для заготовки древесины отбираются в первую очередь погибшие, поврежденные и перестойные лесные насаждения, что ведет к улучшению экологической обстановки данного региона.

Готовой продукцией цеха подготовки пиролизного сырья и сырьем ретортного цеха для производства древесного угля является цельный или колотый чурак длиной 20 см и диаметром 20 см (ГОСТ 7657-84).

Для нормальной работы на лесном складе создают запасы сырья и готовой продукции. Режим работы нижнего лесопромышленного склада ООО «Печора-ЭнергоРесурс» главным образом зависит от специфики производства и производственной мощности ретортного цеха, характеризует сроки и объемы поступления древесного сырья и его обработки, а также сроки и объемы отгрузки готовой продукции.

Исходя из вышеизложенного, можно сказать, что деятельность ООО «Печора-ЭнергоРесурс» в целом является прибыльной, что говорит о достаточно рациональном использовании предприятием имеющихся ресурсов и эффективности финансово-хозяйственной деятельности в целом.

Библиографический список

1. Вайнштейн, Э. Ф. Высокоскоростной пиролиз древесины с целью получения основного компонента топлива [Текст] / Э. Ф. Вайнштейн // Энергетика, экология, экономика средних и малых городов. Проблемы и пути их решения : материалы II Всерос. науч.-практ. конф. (Великий Устюг, 10—14 марта 2003 г). — Москва, 2003. — С. 23—24.
2. Масальский, К. Е. Пиролизные установки [Текст] / К. Е. Масальский, В. М. Годик. — Москва : Химия, 1968. — 143 с.

УДК 662.63 (470.13)

В статье рассмотрена возможность создания производственных мощностей по выпуску биотоплива из древесных отходов Жешартского фанерного комбината и линии по производству прессованных поддонов из опила. Рассчитаны технологические и экономические параметры предложенных производств, сделаны соответствующие выводы.

Ключевые слова: древесные отходы, прессованные поддоны, пеллеты, твердотопливный водогрейный котел, теплоснабжение, инвестиции, экономия

Т. Л. Леканова,

кандидат химических наук, доцент;

В. В. Поздеев,

студент, 2 курс, направление «Теплоэнергетика и теплотехника»

(Сыктывкарский лесной институт)

**ПРОЕКТ СОЗДАНИЯ ПРОИЗВОДСТВА
ПО ПЕРЕРАБОТКЕ ДРЕВЕСНЫХ ОТХОДОВ**

В поселке Жешарт Усть-Вымского района Республики Коми с 1944 г. функционирует Жешартский фанерный комбинат (ЖФК) [1]. Здесь выпускают традиционную и ламинированную фанеру, древесноволокнистые плиты. Производственная мощность Жешартского фанерного комбината составляет 180 тыс. м³ белой березовой фанеры, в том числе 90 тыс. м³ ламинированной фанеры, а также 150 тыс. м³ плит МДФ [2]. Фактический расход древесины в год составляет около 600 тыс. м.

При производстве фанерной продукции на Жешартском фанерном комбинате скапливается большое количество древесных отходов и шлифовальной пыли, по предварительным оценкам около 360 тыс. м³ в год. Древесная пыль, образующаяся при шлифовании, не подлежит хранению ввиду ее высокой парусности и взрывоопасности. Поэтому утилизация шлифовальной пыли на фанерном предприятии представляет собой особую проблему. Следовательно, оценка возможности использования древесных отходов ЖФК для производства пеллет или прессованных поддонов является актуальным [3].

Имеющийся сейчас полигон древесных отходов Жешартского фанерного комбината, расположенный в 700 м от деревень Кебырыб и Гам-яг, возгорается, высота отходов, накопившихся за 10 лет использования свалки, достигает 8 м. Древесина и побочные продукты ее обработки и переработки являются возобновляемым источником энергии с нейтральным уровнем эмиссии углерода и могут быть эффективно использованы в качестве топлива для котельных, вырабатывающих тепловую и электрическую энергию. Нормативы расхода древесины на единицу продукции позволили рассчитать количество образующихся в год древесных отходов на Жешартском фанерном комбинате. Согласно расчетам, за год на комбинате при производстве фанеры образуется древесных отходов 332 м³, а при производстве древесноволокнистых плит — 25 м³.

Нами был разработан проект, целью которого является создание производственных мощностей по выпуску биотоплива из древесных отходов Жешартского фанерного комбината и линии по производству прессованных поддонов из опила.

Комплекс новых производственных мощностей предназначен для производства пеллет и прессованных поддонов из опила, которые планируется разместить в зданиях вновь возводимых ангаров размером (51×16) м.

Общая площадь зданий и объем составляют 4080 м² и 25000 м³ соответственно и включают:

- котельную на древесных отходах;
- цех производства пеллет;
- цех производства прессованных поддонов из опилов.

Схема расположения зданий комплекса новых производств представлена на рис. 1.

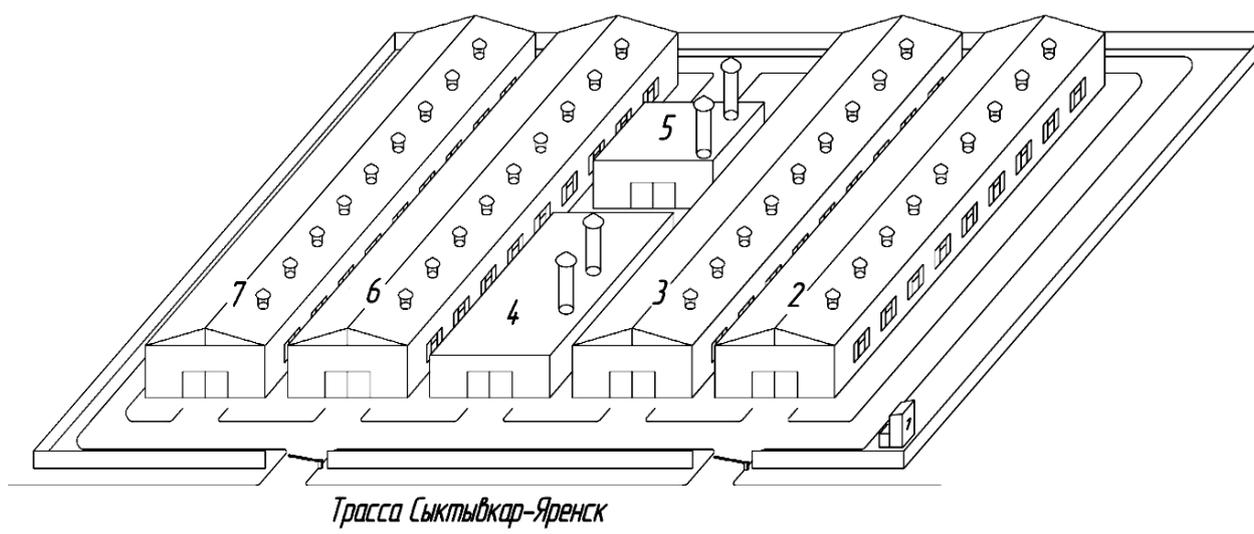


Рис. 1. Планируемая схема расположений зданий комплекса новых производств:

- 1 — трансформаторная будка; 2, 3 — цеха по производству пеллет;
 4 — котельная на древесных отходах; 5 — котельная на газу;
 6, 7 — цеха по производству прессованных поддонов из опилов

Котельная будет находится в центре площадки и будет возведена на базе приобретенного здания бывшей котельной. Вырабатываемая тепловая энергия будет расходоваться на производственные нужды планируемого комплекса производств. В качестве топлива в котельной будут использоваться пеллеты из древесных отходов Жешартского фанерного комбината с теплотой сгорания 17 500 кДж/кг. В котельной завода будут установлены два котла:

- водогрейный твердотопливный котел мощностью 1,5 МВт, работающий пеллетах;
- водогрейный газовый котел мощностью 1,5 МВт, работающий на резервном топливе — природном газе.

Промышленный котел на твердом топливе мощностью 1,5 МВт (рис. 2) имеет автоматизированную загрузку. Котел имеет в конструкции два жаротруб-

ных барабана и два люка для их прочистки. При ручной загрузке применяемое топливо — дрова, древесные отходы, торфяные древесные брикеты, каменный и бурый уголь. Конструкция колосниковой части промышленного котла на твердом топливе позволяет сжигать древесные отходы влажностью до 70 %.

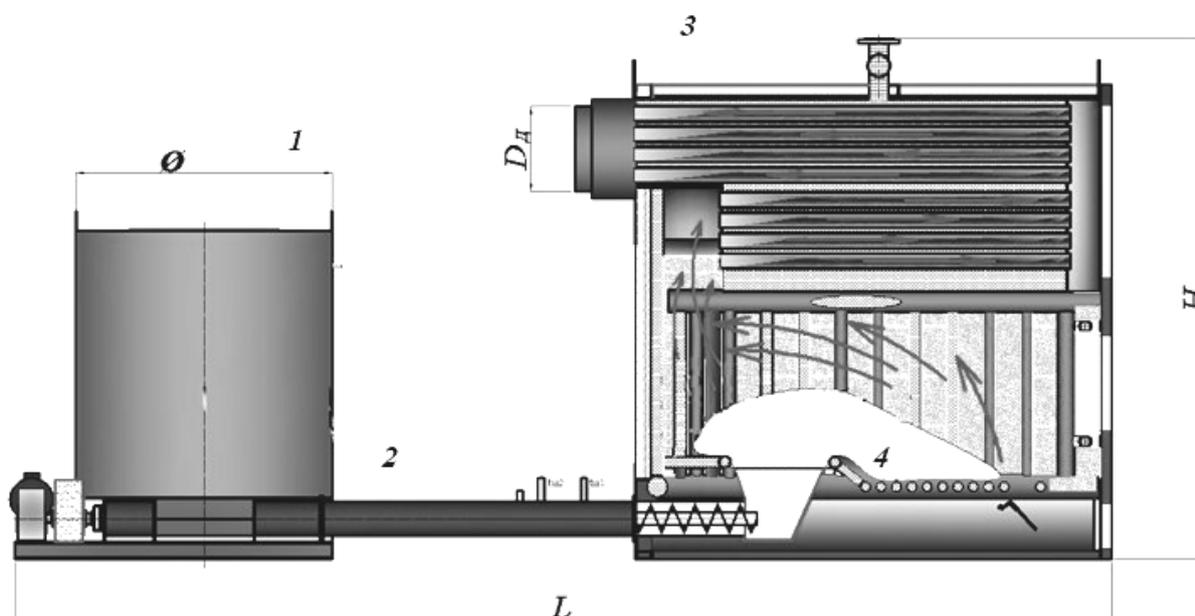


Рис. 2. Конструкция твердотопливного водогрейного котла, работающего на древесных пеллетах:

- 1 — бункер оперативного запаса топлива; 2 — шнек подачи топлива;
3 — два жаротрубных барабана; 4 — наклонная водоохлаждаемая решетка

Высокий коэффициент полезного действия достигается за счет:

- специальной конструкции колосниковой части;
- оптимального распределения первичного и вторичного воздуха;
- ограничения температуры уходящих топочных газов;
- многоходовой конструкции конвективной части промышленного котла

на твердом топливе.

Цена комплекта твердотопливного котла 1,5 МВт составляет 2 млн руб., г. Екатеринбург.

Оборудование котельной размещено в помещении размерами (51×16) м и высотой 6 м. Для хранения основного и резервного топлива предусмотрен открытый склад под навесом, рассчитанный на хранение топлива на 10 суток при работе котельной по максимально зимнему режиму. На склад топливо доставляют автотранспортом.

Расчетные характеристики водогрейного твердотопливного котла приведены в табл. 1.

Таблица 1. Расчетные характеристики водогрейного твердотопливного котла

№	Наименование	Ед. изм.	Значение
---	--------------	----------	----------

п/п			
1	Отапливаемая площадь (м ² /м ³)	м ²	4080/24500
2	Номинальная мощность	кВт	1500
3	КПД котла	%	85
4	Полный расход топлива на котел при W = 10 %	кг/ч	380
5	Максимальная температура дымовых газов, С	°С	230
6	Максимальная температура воды, С	°С	105
Вид топлива		Дрова, торф, уголь, отходы деревообработки, брикеты из торфа и опилок	

При общей площади зданий 4080 м² и среднем нормативе потребления в России на 1 м² 0,0342 Гкал/мес. можно рассчитать теплотребление цехов:

$$4000 \text{ м}^2 \times 0,0342 \text{ Гкал/мес.} = 136,8 \text{ Гкал/мес.};$$

$$136,8 \text{ Гкал} \times 8 \text{ мес.} = 1094 \text{ Гкал/8 мес.} =$$

$$= 1\,271\,911 \text{ кВт} \cdot \text{ч/8 мес.} = 1\,500\,000 \text{ кВт} \cdot \text{ч/год.}$$

Таким образом, общее теплотребление цехов планируемого к строительству комплекса производств составляет 1 500 000 кВт · /год.

Для получения такого количества тепла при теплоте сгорания пеллет 17 500 кДж/кг потребуется сжигать 300 т древесных пеллет/год.

Планируемая схема теплоснабжения цехов строящегося комплекса производств представлена на рис. 3.

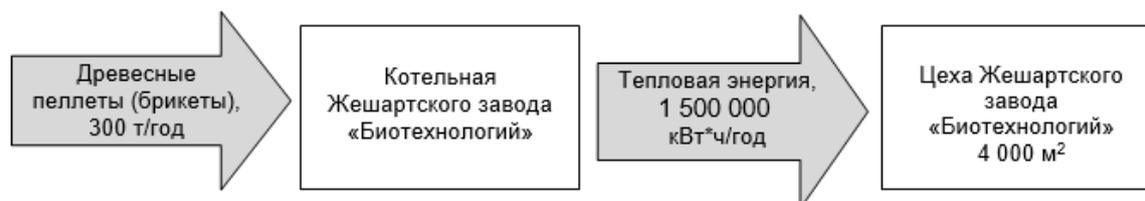


Рис. 3. Теплоснабжение цехов комплекса

Основным топливом котельной будут являться топливные гранулы или брикеты, влажностью до 10 % (табл. 2). Резервное топливо — природный газ.

В процессе брикетирования опилок происходит увеличение плотности топливного брикета и уменьшение влажности до 10 %.

Цех по производству пеллет. Изготовление пеллет происходит в несколько этапов. Сначала поступающее сырье проходит первый этап измельчения, разбиваясь на фрагменты (25×25×2) мм. Сырье в дробилки подается скребком и хранится на бетонном настиле, чтобы исключить попадание грунта, песка и камней. Затем полуфабрикат в сушилках ленточного или барабанного типа доводится до влажности 8—12 % (влажность древесных отходов — 55 %). Во всей технологии это самый энергоемкий процесс, от степени влажности сырья зависит качество топлива. Полученная масса мелко дробится (частицы 1,5—4 мм) с помощью молотковых мельниц.

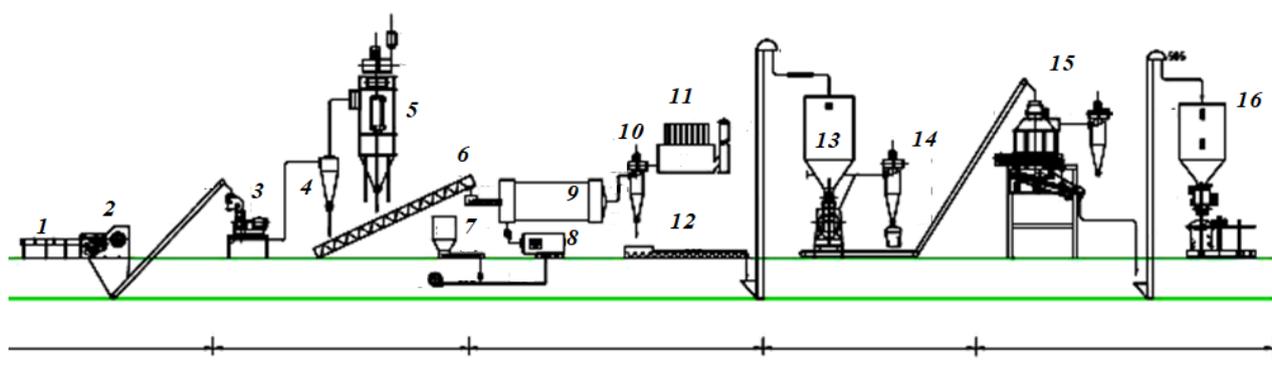
Таблица 2. Характеристика топлива

№ п/п	Параметры	Опилки	Щепа	Древесные брикеты
1	Низшая теплотворная способность, Гкал/кг	0,0017	0,0024	0,0039
2	Влажность, %	55	40	10
3	Выход летучих веществ, %	85		57
4	Зольность, %	0,5	0,6	0,6
5	Массовая доля серы, %	—	—	—
6	Стоимость одной тонны топлива, включая транспортировку до здания котельной, руб.	150	600	4 000
7	Полный расход топлива, кг/ч	855	600	380

Если в процессе сушки влажность сырья снизилась ниже 10 %, полуфабрикат увлажняется мелко диспергированной водой или паром. Пар необходим для залежалого сырья. На этом этапе используются шнековые смесители. Полученный продукт прессуется.

Размер матрицы пресса определяет производительность установки. Разогретые во время прессования pellets охлаждаются. Во время остывания снижается их влажность, что повышает качество. Гранулы просеиваются и упаковываются в мешки биг-бэги, которые доставляют потребителю. Наиболее качественная продукция фасуется в мешки по 20—25 кг.

Схема производства pellets приведена на рис. 4.


Рис. 4. Схема завода WRB-2 по производству pellets:

- 1 — ленточный транспортер; 2 — роторная дробилка дробилка;
- 3 — магнитный сепаратор; 4 — молотковая дробилка; 4 — циклон;
- 5 — импульсный фильтр; 6 — шнековый транспортер; 7 — питатель для котла;
- 8 — котел твердотопливный; 9 — барабанная сушилка; 10 — циклон; 11 — пылесборник;
- 12 — шнековый транспортер; 13 — предварительный бункер; 14 — циклон;
- 15 — охладитель и вибросепаратор; 16 — бункер готовой продукции

Период работы линии: в сутки — 20 ч, в месяц — 26 дн., в год — 12 мес. Производительность линии: 3000 кг/ч (3 т/ч). Работа в три смены в сутки. В одной смене 5—6 чел. В связи с тем, что линия автоматизирована и не требует значительного перемещения тяжестей вручную, а сводится к контролю работы машин и сбору рассыпавшегося сырья, возможно использование до 50 %

женщин в составе смен. Замена матрицы и роликов необходимо осуществлять через каждые 2000 ч работы. Установочная мощность — 379 кВт.

Цена 1 линии мини завода производительностью 3000 кг/ч составляет 45 млн руб. Общая мощность линии — 600 кВт.

Цех по производству прессованных поддонов из опила предназначен для производства поддонов путем дробления, измельчения и прессования сырья с добавлением клея. В качестве сырья используется любая древесина, отходы деревообработки, мебельных производств, опилки, стружки.

Линия производства прессованных поддонов состоит из следующих комплектующих агрегатов: барабанная дробильная машина; сушильная установка; миксер для клеящего состава; пресс для поддонов; барабанная дробильная машина.

Барабанная дробилка является одним из подтипов модифицированных дробилок. Она используется для переработки неодинаковых материалов, таких как отходы торцовки, плиты, деревянная кора, шпон-рванина и отходы древесины. Сушильная установка используется для уменьшения влажности сырья. Миксер для клеящего состава используется для смешивания сырья с клеем. Полученная смесь может быть загружена в пресс. Сырье загружается с помощью конвейера. Выгружается вручную. Пресс для поддонов предназначен для производства паллет (поддонов) из древесных отходов, таких как опилки, обломки древесины, отходы стружечных станков. Материал должен быть раскрошен до нужных размеров и высушен до нужной влажности. В пресс уже установлена пресс-форма (матрица). За одно нажатие пресс изготавливает один поддон.

Преимущества прессованных поддонов:

- 1) Поддоны стандартной формы без металлических, пластиковых деталей.
- 2) Прессованные поддоны могут быть использованы в качестве экспортной тары без фумигации и карантинного контроля.
- 3) Отличные показатели изнашиваемости.
- 4) Соответствуют европейским стандартам.
- 5) Являются полностью перерабатываемым продуктом.
- 6) Влагостойкие, не подвержены быстрому гниению, хорошие показатели огнестойкости.
- 7) В прессованных поддонах не заводятся насекомые, в т. ч. термиты.
- 8) Высокая грузоподъемность, не подвержены деформации.
- 9) Возможность использования как при перевозках, так и в складах.
- 10) Возможность захвата поддона погрузчиком со всех четырех сторон
- 11) Легкий вес готового поддона.

Потребляемая мощность всех машин в линии производства прессованных поддонов составляет 88 кВт. Цена деревянного прессованного поддона — 600 руб./шт. Расход материалов на один поддон: опилки — 17 кг; клей — 3,5 кг.

Эксплуатация и техническое обслуживание.

Бесперебойную работу котельной будут обеспечивать 10 работников, прошедших соответствующее обучение.

Производство древесных топливных гранул (пеллет) является непрерывным, поэтому необходима работа в 3 смены по 8 часов. Старших смены — 12 чел. Рабочих — 24 чел.

Производство древесных поддонов является непрерывным. Потребность в персонале: прессование — 8 операторов; сушка — 4 оператора; дробление — 4 оператора.

Экономические расчеты.

Производство пеллет. Чистый годовой доход при производстве древесных гранул (пеллет) при производстве 18 720 т пеллет в год составляет 25,5 млн руб./год (табл. 3). Такой доход становится возможным благодаря разнице в стоимости 1 т опилок (350 руб./т), из которых производят пеллеты, и готовой продукции в виде топливных гранул (4000 руб./т). Цена линии мини-завода по производству пеллет производительностью 3000 т/ч составляет 45 млн руб. Срок окупаемости — меньше 2 лет ($45/25,5 = 2$ года).

Таблица 3. Чистый годовой доход при производстве древесных гранул (пеллет)

Элемент прибыли	Затраты		Доход		Чистая прибыль	
	кол-во	(руб./год)	кол-во	(руб./год)	кол-во	(руб./год)
Древесные отходы, т	27 144	8 143 200	—	—	—	-8 143 200
Электроэнергия, кВт · ч	2 365 000	35 073 000	—	—	2 365 000	-35 073 000
Амортизация оборудования, линия	1	1 163 800	—	—	1	-1 163 800
Зарплата персонала, чел.	20	5 000 000	—	—	—	-5 000 000
Древесные гранулы (пеллеты), т	—	—	18 720	74 880 000	18 720	74 880 000
Общий чистый доход						25 500 000

Примечание. Неточности в суммах чистой экономии обусловлены математической ошибкой округления.

Затраты и экономия основаны на следующих тарифах и условиях:

Опилки	=	350 руб./т
Древесные гранулы (пеллеты)	=	4 000 руб./т
Электроэнергия	=	14,83 руб./кВт · ч

Производство прессованных поддонов из опилок. Чистый годовой доход после реализации проекта по производству прессованных поддонов из опилок составляет 8 млн руб./год (табл. 4). Такой доход становится возможным благодаря разнице в стоимости 1 т опилок (350 руб./т), из которых производят поддоны, и готовой продукции в виде поддонов (600 руб./поддон). Производительность линии — 130 шт. поддонов/дн., или 37 440 шт. поддонов/год. Цена линии по производству поддонов 12 млн руб. со склада в г. Благовещенск. Срок окупаемости — менее 2 лет ($12/8 = 1,5$ года).

Таблица 4. Чистый годовой доход при производстве поддонов из опилок

Элементы прибыли	Затраты		Доход		Чистая прибыль	
	кол-во	(руб./год)	кол-во	(руб./год)	кол-во	(руб./год)
Древесные отходы, т	636,480	190 944	—	—	—	-190 944

Электроэнергия, кВт · ч	549 120	8 143 450	—	—	—	–8 143 450
Клей-альдегид, т	131,040	2 995 920	—	—	—	–2 995 920
Амортизация оборудо- вания, линия	1	253 686	—	—	—	–253 686
Зарплата персонала, чел.	12	2 880 000	—	—	—	–2 880 000
Прессованные поддоны, шт.	—	—	37 440	22 464 000	—	22 464 000
Общий чистый доход						8 000 000

Примечание. Неточности в суммах чистой экономии обусловлены математической ошибкой округления.

Затраты и экономия основаны на следующих тарифах и условиях:

Опилки	=	350 руб./т
Электроэнергия	=	14,83 руб./кВт · ч
Прессованные поддоны	=	600 руб./шт.

Выводы. Реализация проекта позволит:

- сократить вывоз древесных отходов на полигоны;
- создать более 200 новых рабочих мест в п. Жешарт (Усть-Вымский р-н);
- повысить производительности труда;
- снизить себестоимость производства, повысить рентабельность;
- повысить уровень экологической безопасности.

Библиографический список

1. Юшкова, Н. А. История строительства Жешартского фанерного завода [Электронный ресурс] // Февральские чтения : сб. матер. науч.-практ. конф. профессорско-преподават. состава Сыкт. лесн. ин-та по итогам науч.-исследоват. работ в 2007 году : сборник материалов. — Сыктывкар, 2008.
2. Ботош, Н. Н. Сравнительная характеристика стратегий развития предприятий лесного комплекса (на примере ОАО «ЛПК "Сыктывкарский ЛДК"» И ЗАО «Жешартский фанерный комбинат») [Электронный ресурс] / Н. Н. Ботош, Е. А. Гарезина // Февральские чтения : сб. матер. науч.-практ. конф. профессорско-преподават. состава Сыкт. лесн. ин-та по итогам науч.-исследоват. работ в 2005 году : сборник материалов. — Сыктывкар, 2006.
3. Леканова, Т. Л. Эколого-экономическое обоснование перевода котельной СЛИ на древесные отходы [Электронный ресурс] / Т. Л. Леканова, П. В. Мусихин // Февральские чтения : сб. матер. науч.-практ. конф. профессорско-преподават. состава Сыкт. лесн. ин-та по итогам науч.-исследоват. работ в 2013 году (Сыктывкар, 18—20 февр. 2014 г.). — Сыктывкар : СЛИ, 2014. — С. 444—452. — 1 электрон. опт. диск (CD-ROM).

НАПРАВЛЕНИЕ «РЕШЕНИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ПРОБЛЕМ В ЦБП»

УДК 661.432:541.13

Методом потенциометрии и математического моделирования изучено влияние величины рН на скорость реакции активного хлора (HClO ; ClO^-) с остаточным лигнином небеленой лиственной сульфатной целлюлозы. На основе анализа литературы и экспериментальных данных предположено, что в интервале рН $5 \div 10$ химические реакции активного хлора могут протекать в соответствии с кинетическим уравнением вида: $v = k[\text{HClO}] \cdot [\text{ClO}^-]^{1/2} \cdot [\text{Lignin}]$. Экспериментально и математически показано, что максимум скорости окисления остаточного лигнина небеленой сульфатной целлюлозы может отвечать значению рН $\approx 6,8$ (при 25°C).

Ключевые слова: потенциометрия, редокс потенциал, активный хлор, хлорноватистая кислота, гипохлорит-ион, рН, активность, скорость химической реакции, кинетическое уравнение, константа диссоциации, максимум скорости.

В. А. Дёмин,

доктор химических наук, старший научный сотрудник
(Сыктывкарский лесной институт, Институт химии ФИЦ Коми НЦ УрО РАН);

С. М. Полешиков,

доктор физико-математических наук, профессор
(Сыктывкарский лесной институт)

ПОТЕНЦИОМЕТРИЯ И МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ОКИСЛИТЕЛЬНЫХ РЕАКЦИЙ В СИСТЕМЕ «ХЛОРНОВАТИСТАЯ КИСЛОТА — ГИПОХЛОРИТ-ИОН»

Растворы гипохлорита натрия используются в народном хозяйстве в различных отраслях промышленности для водоподготовки промышленных и питьевой воды, в отбелке целлюлозы (хлопковой и древесной), для обеззараживания сточных вод и др. Несмотря на широкое использование многие вопросы механизмов реакций в гипохлоритной системе остаются недостаточно изученными (эмпирическими), как в прикладной, так и в теоретической области [1, 2]. В частности, не ясна взаимосвязь между максимальной скоростью саморазложения гипохлоритного раствора и скоростью его окислительных реакций с остаточным лигнином. Установление механизмов реакций кислородных соединений хлора [3], максимума скорости окисления лигнина (и вообще, органических веществ) в гипохлоритном растворе имеет важное значение для оптимизации промышленных процессов.

Гипохлоритная окислительная система включает в себя три компонента, а именно HClO , ClO^- , Cl_2 . Хлор мы не рассматриваем, т.к. его использование ограничивается современными экологическими нормами («диоксиновой опасностью») и сильноокислой средой.

В интервале значений рН $5 \div 10$, в середине которого находится область максимальной скорости окисления и самоокисления гипохлоритного раствора [4, 5], в нем присутствуют два основных компонента: хлорноватистая кислота HClO и гипохлорит-ион ClO^- .

Между хлорноватистой кислотой HClO и анионом гипохлорита ClO^- существует равновесие, описываемое уравнениями электролитической диссоциации хлорноватистой кислоты и ее нейтрализации:



Константа диссоциации реакции (1) имеет вид:

$$k_{\text{Диссо}} = a_{\text{H}^+} \cdot a_{\text{ClO}^-} / a_{\text{HClO}}, \quad (3)$$

где a_{H^+} , a_{ClO^-} , a_{HClO} – активности соответствующих компонентов – ионов водорода, гипохлорит-ионов и хлорноватистой кислоты. Сумма HClO и ClO^- называется активным хлором, обычно определяемым иодометрическим титрованием [5]. Примем, что сумма их активностей равна условной единице:

$$a_{\text{HClO}} + a_{\text{ClO}^-} = 1 \quad (4)$$

Тогда из уравнения (3) получаем:

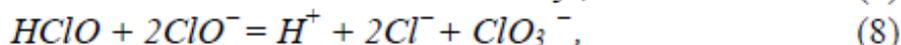
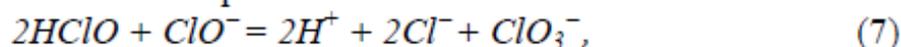
$$k_{\text{Диссо}} \cdot a_{\text{HClO}} = a_{\text{H}^+} \cdot (1 - a_{\text{HClO}}). \quad (5)$$

Из последнего равенства находим долю хлорноватистой кислоты γ_{HClO} в активном хлоре при условии (4).

$$\gamma_{\text{HClO}} = a_{\text{H}^+} / (a_{\text{H}^+} + k_{\text{Диссо}}). \quad (6)$$

Величина константы диссоциации хлорноватистой кислоты, приведенная в источниках [1–3], зависит от температуры и метода определения. При 25°C она составляет $5 \cdot 10^{-8}$ [2] (потенциометрия).

В окислительных превращениях участвуют оба компонента гипохлоритного раствора – HClO и ClO^- . Их совместное действие обеспечивает наличие максимума скорости окислительных реакций в нейтральной среде, согласно [5] при $\text{pH } 7,02 \div 7,38$. Этот интервал рассчитан на основе анализа уравнений само-разложения гипохлоритного раствора и допущения, что максимальная скорость окисления органических веществ (в частности, лигнина) совпадает с максимальной скоростью самоокисления по реакциям (7) и (8), приводящим к образованию ионов хлората:



В реакции (7) окислителем является HClO , в реакции (8) – ион ClO^- . Кинетические уравнения имеют вид:

$$v = kC_{\text{HClO}}^2 \cdot C_{\text{ClO}^-}, \quad (9)$$

$$v = kC_{\text{HClO}} \cdot C_{\text{ClO}^-}^2, \quad (10)$$

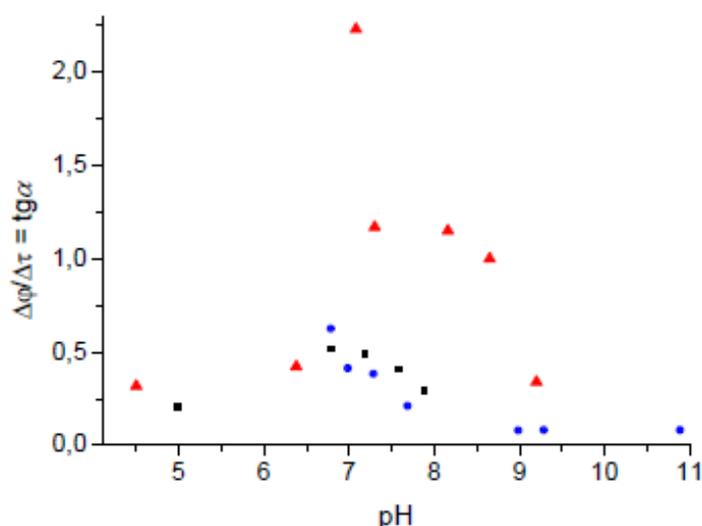
К гипотезе, описанной в [5], имеется ряд теоретических и практических замечаний:

1. Реакции самоокисления гипохлоритного раствора и окисления органических веществ имеют разные механизмы.
2. Если рассматривать реакции окисления органических субстратов (S), имеющих первый кинетический порядок по S, то суммарный порядок реакции окисления составит 4, что маловероятно на практике.
3. В работе Эпштейна и Левина [4] по окислению хлопковой целлюлозы гипохлоритом в интервале $\text{pH } 5 \div 10$ показан порядок по иону гипохло-

рита $\frac{1}{2}$ согласно кинетическому уравнению:

$-dC/dt = k'[\text{HClO}]^2[\text{ClO}^-]^{1/2} [\text{Cotton}]^{1/2}$. Максимум скорости реакции определен авторами при 6,9 (значение $k_{\text{Дисю}}$ при расчетах взято другое, чем в [4]).

Имеющиеся экспериментальные данные трех серий опытов по окислению остаточного лигнина, полученные нами потенциометрическим методом (более пригодным и точным для изучения быстрых реакций, чем иодометрия [1]), позволяют считать, что максимум скорости окисления лигнина может лежать при рН менее 7,0 – 6,9 (рис. 1). Зависимость $\lg k = f(\lg C_{\text{акт. хлора}})$ отвечает примерно полуторному порядку по активному хлору ($\text{tg}\beta=1,4$), что является более вероятным для гетерогенных реакций с лигнином [6], чем суммарный третий порядок по уравнениям (9) и (10).



1

Рисунок 1 – Зависимость скорости изменения редокс потенциала $\Delta\phi/\Delta\tau$ от величины рН при гипохлоритной обработке разбавленной суспензии небеленой сульфатной целлюлозы (25 °С)

Исходя из вышеизложенного, можно полагать, что реакции окисления остаточного лигнина сульфатной целлюлозы могут быть описаны уравнениями:

$$v = k[\text{HClO}]^{1/2} \cdot [\text{ClO}^-] \cdot [\text{Lignin}] \quad (11)$$

$$v = k[\text{HClO}] \cdot [\text{ClO}^-]^{1/2} \cdot [\text{Lignin}] \quad (12)$$

Обозначая скорость реакции $y = v$, $[\text{H}^+] = a_{\text{H}^+} = x$, константу диссоциации $k_{\text{Дисю}} = c$, константы скорости реакции для хлорноватистой кислоты и гипохлорит-иона как k_1 и k_2 соответственно, с учетом уравнений (3) и (4) можно записать кинетическое уравнение (12) в виде

$$y = k_1 \frac{x}{x+c} + k_1 \left(1 - \frac{x}{x+c}\right)^{1/2}$$

$$y' = \frac{c}{(x+c)^2} \left(k_1 - \frac{k_2}{2} \sqrt{\frac{x+c}{c}}\right)$$

Из уравнения $y'(x) = 0$ находим:

$$x = c \left(\frac{4k_1^2}{k_2^2} - 1 \right)$$

При $c = k_{\text{Дисю}} = 5 \cdot 10^{-8}$ [3] концентрация ионов водорода x , отвечающая максимуму скорости будет зависеть от соотношения констант скоростей k_1 и k_2 . При $k_1 = k_2$ получаем: $x = [\text{H}^+] = c \cdot 3 = 5 \cdot 10^{-8} \cdot 3 = 15 \cdot 10^{-8}$. Значение водородного показателя в точке максимума скорости реакции $\text{pH} = -\lg[\text{H}^+] = 6,83$.

Заключение

Таким образом, при равной реакционной способности ($k_1 = k_2$) компонентов водного раствора гипохлорита натрия (HClO и ClO^-) максимум скорости окисления остаточного лигнина небеленой сульфатной целлюлозы теоретически может отвечать значению $\text{pH} = 6,83$ (при 25°C), что близко к результатам, полученным в работе [4] по окислению хлопковой целлюлозы. Для установления более полного соответствия расчетных данных экспериментальным, необходимо детальное исследование с малым шагом варьирования вокруг расчетной точки величины pH максимальной скорости реакции окисления остаточного лигнина. Необходимым условием является контроль температуры, от которой зависит константа диссоциации хлорноватистой кислоты ($k_{\text{Дисю}}$) – постоянная величина, определяющая точку максимума скорости в любой кинетической модели.

Библиографический список

1. 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.
2. Мухрыгин, К.С. Кинетика реакции диоксида хлора с остаточным лигнином лиственной сульфатной целлюлозы в нейтральной среде [Электронный ресурс] / К.С. Мухрыгин, П.М. Рогожин, В.А. Демин // // Февральские чтения : сб. материалов науч.-практ. конф. профессор.-преподават. состава Сыкт. лесн. ин-та по итогам науч.-исследоват. работы в 2016 г. (Сыктывкар, 20-28 февраля 2017г.). – Сыктывкар : СЛИ, 2017. – С. 331-336. – 1 электрон. опт. диск (CD-ROM).
3. Полешиков, С. М. Математическая модель разложения диоксида хлора в водной среде [Электронный ресурс] / С.М. Полешиков, В.А. Демин // Февральские чтения по итогам научно-исследовательской работы Сыктывкарского лесного института в 2016 году» (г. Сыктывкар, СЛИ, 20-28 февраля 2017 г.) : научное электронное издание / М-во образования и науки Рос. Федерации, Сыкт. лесн. ин-т (фил.) ФГБОУ ВО С.-Петерб. гос. лесотехн. ун-т им. С.М. Кирова.
4. Epstein, J.A. Kinetics of the Oxidation of Cotton with Hypochlorite in the pH Range 5-10 [Text] / Joseph A. Epstein, Menachem Lewin // Journal of Polymer Science. – 1962. – Vol. 58. – P. 991-1008.
5. Туманова, Т.А. Физико-химические основы отбеливания целлюлозы [Текст] / Т.А. Туманова. – Москва, 1984. – 288 с.
6. Денисов, Е.Т. Кинетика гомогенных химических реакций [Текст] / Е.Т. Денисов. – М. : Высшая школа, 1988. – 391 с.

УДК 661.432:541.13

Методом потенциометрии изучена скорость реакции остаточного лигнина лиственной сульфатной целлюлозы (16 ед. Каппа) с гипохлоритом натрия в интервале значений рН 10,8—6,9. По мере снижения величины рН суспензии сульфатной целлюлозы в гипохлоритном растворе от 8,9 до 6,9 наблюдается повышение значения скорости изменения редокс потенциала $d\phi/dt$, что свидетельствует об увеличении скорости расходования активного хлора. Наибольшая скорость расходования активного хлора отмечена при рН = 6,9. Показано, что в щелочной среде при рН 8,9—10,8, скорость расходования активного хлора минимальна и примерно одинакова, что может быть связано с практически полным отсутствием в растворе хлорноватистой кислоты, участвующей в окислительных процессах совместно с ионами гипохлорита.

Ключевые слова: потенциометрия, редокс потенциал, потенциометрическая кривая, линеаризация, статистическая обработка, активный хлор, хлорноватистая кислота, гипохлорит-ион, рН, скорость химической реакции.

И. А. Попов,

студент, 4 курс, направление подготовки «Технология и оборудование химической переработки древесины»
(Сыктывкарский лесной институт);

В. А. Дёмин,

доктор химических наук, старший научный сотрудник
(Сыктывкарский лесной институт, Институт химии ФИЦ Коми НЦ УрО РАН);

С. М. Полешиков,

доктор физико-математических наук, профессор
(Сыктывкарский лесной институт)

АНАЛИЗ ПОТЕНЦИОМЕТРИЧЕСКИХ КРИВЫХ ГИПОХЛОРИТА НАТРИЯ В СУСПЕНЗИИ ЛИСТВЕННОЙ СУЛЬФАТНОЙ ЦЕЛЛЮЛОЗЫ

Изучение реакционной способности остаточного лигнина технической целлюлозы в окислительных процессах — важное направление исследований в области химии древесины. Остаточный лигнин — наиболее лабильный ароматический компонент сульфатной целлюлозы — представляет собой сложный полимолекулярный полифункциональный полимер, реакционная способность которого зависит не только от растительного происхождения, но и от вида предшествующих изучаемой химическим воздействиям [1, 2].

Количественными критериями реакционной способности химических веществ являются кинетические константы [3, 4], которые получают путем измерения концентраций реагентов во времени различными методами. Применительно к окислителям ряда кислородных соединений хлора это методы объемного анализа (как правило, иодометрическое титрование) [5] и электрохимические методы [6], наиболее оперативный из которых — потенциометрия. Потенциометрический метод успешно использован ранее для изучения реакций диоксида хлора с лигноцеллюлозными материалами [7, 8].

Сложность и изменчивость состава гипохлоритной системы (HClO , ClO^-), влияние на нее концентрации ионов водорода (т. е. величины рН) обуславливает неоднозначность известных экспериментальных результатов и необходимость дальнейшего изучения кинетических закономерностей реакций хлорноватистой кислоты и гипохлорит-иона с остаточным лигнином сульфатной целлюлозы.

Цель данной работы заключается в изучении влияния величины рН $\sim 6,9 \div 10,8$ на скорость реакции активного хлора ($\text{HClO} + \text{ClO}^-$) с остаточным лигнином лиственной сульфатной целлюлозы.

Методика эксперимента состояла в следующем: навеску воздушно сухой целлюлозы (16 ед. Каппа, $K_{\text{сух}} = 0,95$) массой 0,500 г смачивали водой и размешивали до однородной массы; суспензию целлюлозы перемешивали на магнитной мешалке до полного ее роспуска (~ 15 мин); добавляли воду (+ буферный раствор) до общего объема 100 см^3 (точно); закрепляли измерительные электроды и включали компьютерную программу; через 1—2 мин перемешивания к суспензии целлюлозы добавляли микропипеткой расчетное количество раствора гипохлорита натрия.

Потенциометрические измерения осуществляли с помощью прибора «Мультитест ИПЛ-103», оснащенного комбинированным электродом типа ЭРП-105 и подключенного к персональному компьютеру. Измерения проводили с шагом 1 с.

Величину рН варьировали в пределах $\sim 6,9 \div 10,8$. Начальная концентрация активного хлора $1,24 \times 10^{-4}$ моль-экв/л. Концентрация суспензии целлюлозы 0,5 %. Начальная концентрация лигнина в суспензии 6,25 моль-экв/л (по ФПЕ — фенилпропановым единицам массой 182,5 Да). Температура 25°C (контроль с записью через «Мультитест ИПЛ-103»).

Раствор гипохлорита натрия был получен электролизом 5 %-ного раствора хлорида натрия. На опыт брали 1,63 мл раствора концентрацией 0,076 моль-экв/л (иодометрия), разбавляя пробу водой и буферной смесью на основе растворов карбоната натрия и борной кислоты до 100 см^3 (0,1 л). Таким образом, начальная концентрация активного хлора составляла

$$(1,63 \times 10^{-3}) \times 0,076 / 0,1 = 1,2388 \times 10^{-4} \approx 1,24 \times 10^{-4} \text{ моль-экв/л.}$$

Состав раствора гипохлорита натрия зависит от величины рН. 100 %-ному содержанию хлорноватистой кислоты ($\gamma_{\text{HClO}} = 1$) соответствует раствор с рН = 5. Доля хлорноватистой кислоты в его разбавленных растворах (в которых активность и концентрацию можно приравнять) рассчитывается по уравнению $\gamma_{\text{HClO}} = a_{\text{H}^+} / (a_{\text{H}^+} + k_{\text{DHClO}})$ [9]. Расчетный график « $\gamma_{\text{HClO}} - f(\text{pH})$ » при температуре 25°C и значении $k_{\text{DHClO}} = 5,0 \times 10^{-8}$ приведен на рис. 1. Сумма $\gamma_{\text{HClO}} + \gamma_{\text{ClO}^-} = 1$ (активный хлор).

Скорость расходования активного хлора оценивали скорости снижения величины редокс потенциала $d\varphi/dt$ на линейном участке нисходящей ветви потенциометрической кривой. Потенциометрические кривые, полученные в 0,5 %-ных суспензиях целлюлозы в забуференных гипохлоритных растворах с различным значением рН, приведены на рис. 2.

По мере повышения величины рН потенциометрические кривые закономерно [7] располагаются на графике все ниже, а скорость изменения φ стано-

витаются все ниже (кривые становятся пологими). Наиболее быстро в проведенной серии опытов изменения φ происходили при рН 6,9 (рис. 3). Величину $d\varphi/dt$ рассчитывали по нисходящей ветви потенциметрической кривой (выделено белым цветом).

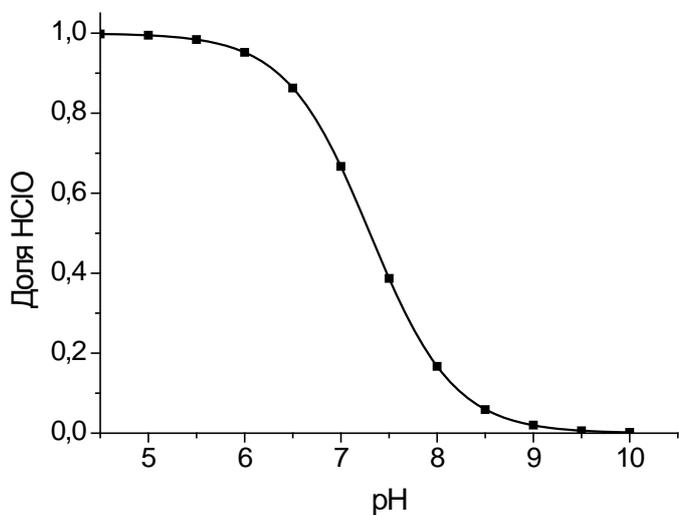


Рис. 1. Доля хлорноватистой кислоты в растворе гипохлорита натрия в зависимости от величины рН

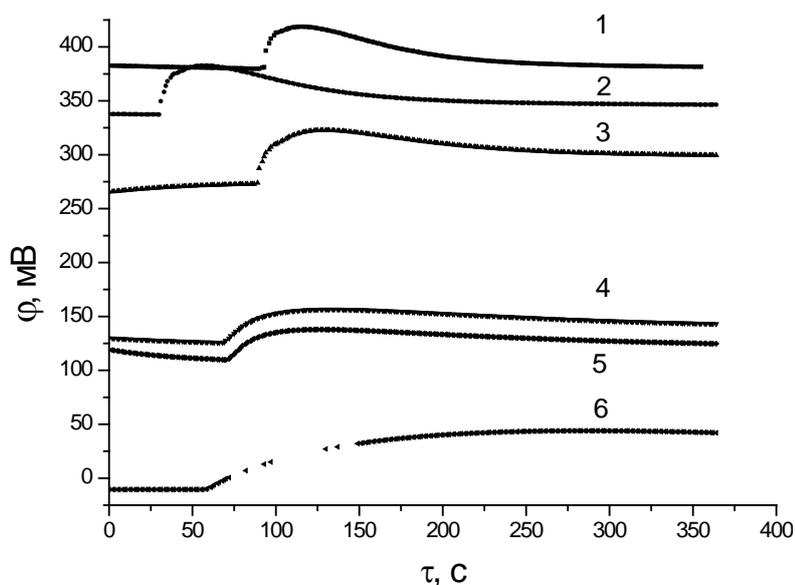


Рис. 2. Потенциметрические (экспериментальные) кривые на начальном участке:
1) рН = 6,9; 2) 7,2; 3) 7,6;
4) 8,9; 5) 9,2; 6) 9,8

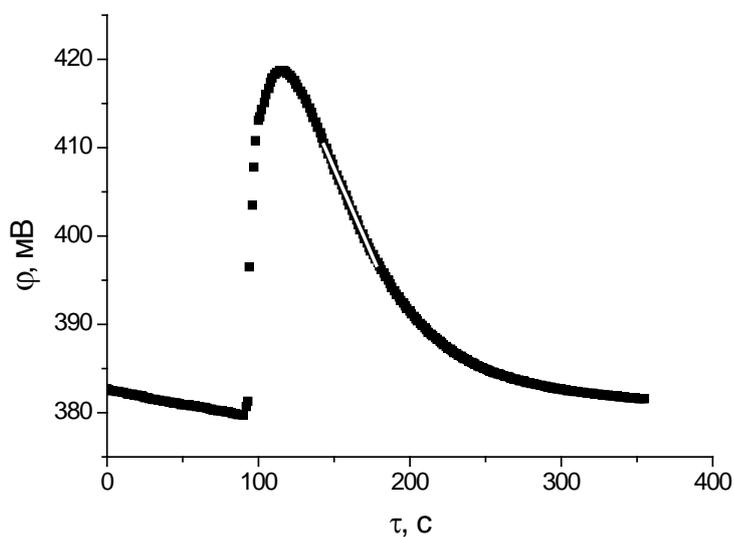


Рис. 3. Потенциметрическая кривая в опыте при рН 6,9 (пример линейризации)

Результаты статистической обработки представлены в таблице.

Результаты линеаризации потенциометрических кривых

№ опыта	pH	$d\varphi/d\tau$	N	R
1	10,8	$0,0705 \pm 1,42E-4$	80	0,999
2	9,2	$0,0765 \pm 3,63E-4$	50	0,999
3	8,9	$0,0784 \pm 4,72E-4$	40	0,999
4	7,6	$0,294 \pm 0,002$	20	0,999
5	7,2	$0,373 \pm 0,003$	30	0,999
6	6,9	$0,393 \pm 0,003$	30	0,999

Обозначения: N — число точек измерения на участке линеаризации; R — коэффициент корреляции

Заключение. Изучены потенциометрические кривые, характеризующие реакцию расходования активного хлора в суспензии 0,5 %-ной лиственной небеленой сульфатной целлюлозы с содержанием остаточного лигнина 2,4 % (16 ед. Каппа) в интервале значений pH от 10,8 до 6,9.

По мере снижения величины pH суспензии сульфатной целлюлозы в гипохлоритном растворе от 8,9 до 6,9 наблюдается повышение значения скорости изменения редокс потенциала $d\varphi/d\tau$, что свидетельствует об увеличении скорости расходования активного хлора на окислительные реакции, преимущественно, с остаточным лигнином небеленой целлюлозы. Скорость расходования активного хлора максимальна при pH = 6,9. В явно щелочной среде, в интервале значений pH 8,9—10,8, скорость расходования активного хлора минимальна и примерно одинакова, что может быть связано с практически полным отсутствием в растворе хлорноватистой кислоты, участвующей в окислительных процессах совместно с ионами гипохлорита.

Библиографический список

1. Дёмин, В. А. Теоретические основы отбеливания целлюлозы [Текст] / В. А. Дёмин. — Санкт-Петербург : СПбГЛТУ, 2013. — 100 с.
2. Карманов, А. П. Самоорганизация и структурная организация лигнина [Текст] / А. П. Карманов. — Екатеринбург : УрО РАН, 2004. — 269 с.
3. Demin, V. A. Reactivity of lignin and problem of its oxidative destruction with peroxy reagents [Text] / V. A. Demin, V. V. Shereshevets, J. B. Monakov // Russian Chemical Reviews, 1999. — 68 (11). — P. 937—956.
4. Денисов, Е. Т. Кинетика гомогенных химических реакций [Текст] / Е.Т. Денисов. — Москва : Высш. шк., 1988. — 391 с.
5. Фритц, Дж. С. Количественный анализ : пер. с англ. / Дж. С. Фритц, Г. Х. Шенк. — Москва : Мир, 1978. — 557 с.
6. Лопатин, Б. А. Теоретические основы электрохимических методов анализа [Текст] : учеб. пособие для студ. хим. спец. ун-тов / Б. А. Лопатин. — Москва : Высш. шк., 1975. — 294 с.
7. Дёмин, В. А. Потенциометрический метод исследования кинетики гетерогенных реакций с участием диоксида хлора [Текст] / В. А. Дёмин, И. В. Липин // Международное научное издание «Современные фундаментальные и прикладные исследования». — 2011. — № 3. — С. 101—106.

8. Мухрыгин, К. С. Потенциометрия реакции диоксида хлора с остаточным лигнином лигноцеллюлозного порошкового материала [Текст] / К. С. Мухрыгин, В. А. Дёмин // Химия растительного сырья. — 2016. — № 3. — С. 11—17.

9. Туманова, Т. А. Физико-химические основы отбелки целлюлозы [Текст] / Т. А. Туманова. — Москва : Лесн. пром-сть, 1984. — 216 с.

НАПРАВЛЕНИЕ «ЗАГРЯЗНЕНИЕ И ОХРАНА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ»

УДК 002.8:34 (075.8)

Анализ обращения с отходами на территории Российской Федерации, Республики Коми, МО ГО «Сыктывкар» свидетельствует о неудовлетворительном состоянии мест сбора отходов, системы вывоза и хранения отходов. На полигонах ТКО складировались отходы бумаги, картона, пластика, стеклобой, которые являются вторичными материальными ресурсами. Предлагается современная региональная программа по обращению с отходами, включающая отдельный сбор отходов, установку новых контейнеров, строительство современных контейнерных площадок, мусоросортировочных заводов, мусорных кластеров. Для строительства объектов обращения с отходами необходимо разработать проекты, провести экологическую и техническую экспертизы, получить комплексные экологические разрешения.

Ключевые слова: твердые коммунальные отходы, обращение с отходами, система управления отходами, контейнеры, мусоросортировочный завод.

О. А. Конык,
кандидат технических наук, доцент
(Сыктывкарский лесной институт)

КОНЦЕПЦИЯ УПРАВЛЕНИЯ ОТХОДАМИ В РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ, РЕСПУБЛИКЕ КОМИ И МО ГО «СЫКТЫВКАР»

На протяжении 15 лет в России объемы образования твердых отходов увеличились практически в два раза и сегодня находятся на уровне 6 млрд т (рис. 1).

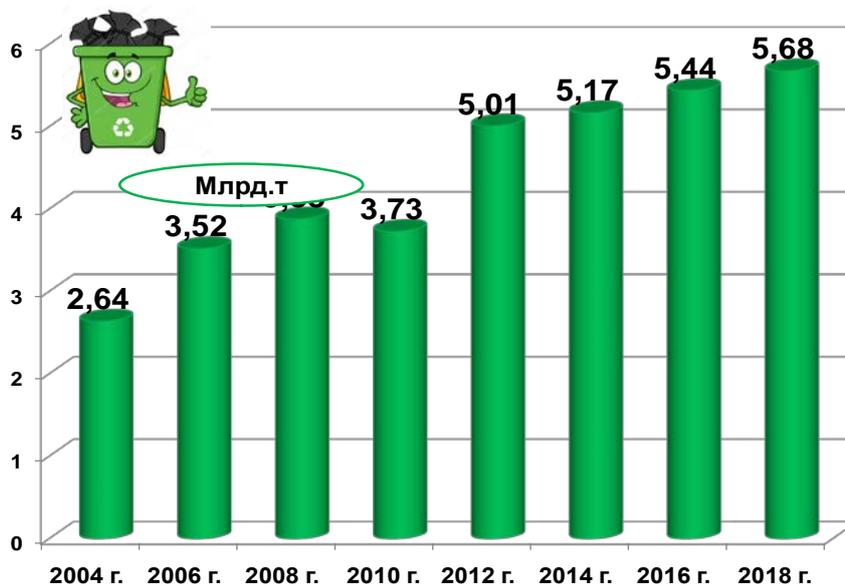


Рис. 1. Объемы образования отходов в Российской Федерации на протяжении 2004—2018 гг.

Однако использование отходов находится не на должном уровне — оно практически в 1,47 раза ниже их образования (рис. 2) [1].

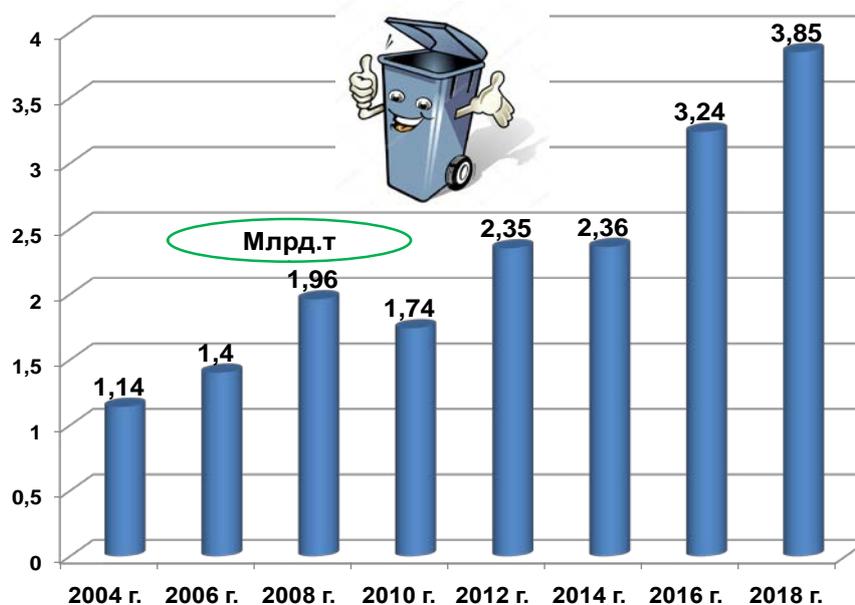


Рис. 2. Объемы использования и обезвреживания отходов в Российской Федерации на протяжении 2004—2018 гг.

Отходы негативно воздействуют на все объекты окружающей среды. Они загрязняют атмосферный воздух биогазом при гниении на свалках и полигонах. Отходы воздействуют на земельные ресурсы в связи с отчуждением больших площадей под размещение и хранение, на поверхностные и подземные воды.

Цель работы: проанализировать управление отходами в Российской Федерации, Республике Коми и МО ГО «Сыктывкар».

Несмотря на то, что 15,4 тыс. компаний имеют лицензии на деятельность по утилизации и обезвреживанию отходов, объем накопленных отходов только за 2018 г. составил 39 млрд т, в реестре ГРОРО числится 849 полигонов, свалок и прочих хранилищ отходов.

Инвестиции в основной капитал, затраченный на охрану окружающей среды от вредного воздействия отходов, в прошлом году составили свыше 8 млрд руб. (рис. 3), а за последние 10 лет было израсходовано на обработку и утилизацию отходов 223 млрд руб. (рис. 4).

Ежегодно в России образуется 70 млн т твердых коммунальных отходов (ТКО), которые на 92 % попадают на свалки и полигоны. До 50 % ТКО может быть переработано, но перерабатывается лишь 4 % ТКО.

ТКО могут содержать до 45 % пищевых отходов, от 12 до 38 % — бумаги и картона, до 8 % — стекольных отходов, 7 % — пластмасс, 5 % — черных металлов, 1 % — цветных металлов. Все эти отходы являются вторичными материальными ресурсами, из которых можно получать полезные для экономики страны продукты. Так, из 400 алюминиевых банок можно сделать 1 детский велосипед, а из 25 пластиковых бутылок — 1 флисовую куртку.

Существуют три основных способа использования (ликвидации) отходов (рис. 5) [5]. Они отличаются стоимостью ликвидации, степенью снижения массы отходов (рис. 6). Каждый способ имеет свои достоинства и недостатки. Какой способ выбрать в том или ином субъекте Федерации или населенном пунк-

те, зависит от наличия финансовых средств, используемой технологии, степени утилизации, необходимости получения той или иной продукции, рынка сбыта.



Рис. 3. Экономические показатели развития отрасли по обращению с отходами



Рис. 4. Стоимость выполненных услуг по сбору, обработке и утилизации отходов

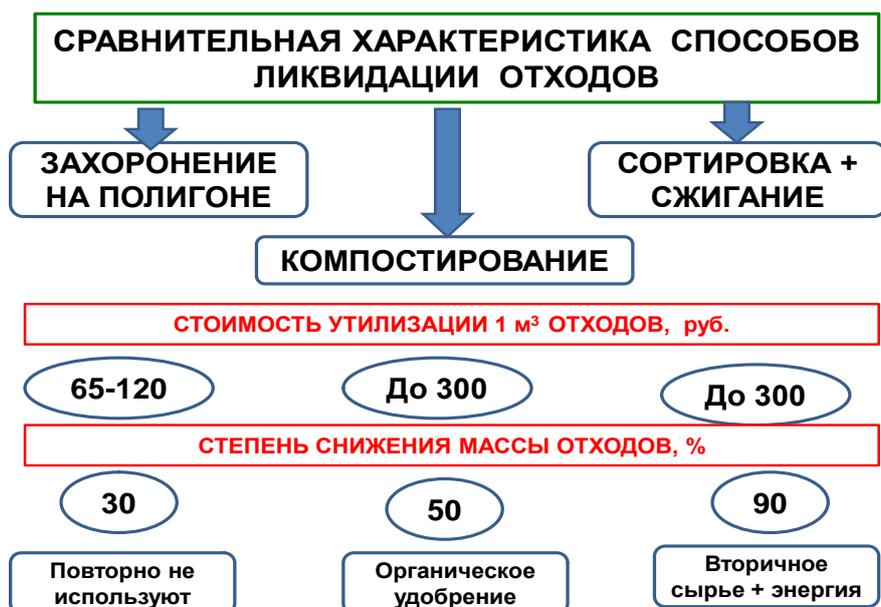


Рис. 5. Основные способы использования (ликвидации) ТКО

СТОИМОСТЬ УТИЛИЗАЦИИ ТВЕРДЫХ ОТХОДОВ

			
900 руб./т	2000 руб./т	2900 руб./т	3000 руб./т
			
7- 9 руб./шт.	5000 руб./т	15000 руб./т	20000 руб./т

Рис. 6. Стоимость утилизации различных видов отходов

Объемы образования ТКО в городах Республики Коми показаны на рис. 7. Видно, что больше всего ТКО образуется в МО ГО «Сыктывкар» — 152 тыс. т/год, на втором месте — МО ГО «Воркута» — 89 тыс. т. Суммарное количество ТКО в городах — 376,5 тыс. т.

Суммарное количество ТКО, образующееся в муниципальных районах Республики Коми, составляет 539 тыс. т/год. Доминируют отходы в МР «Печора» — 45 тыс. т (рис. 8).

Общее количество ТКО, образующееся в Республике Коми, находится на уровне 915 тыс. т/год.

Инвентаризация мест сбора коммунальных отходов свидетельствует, что на территории города и близлежащих микрорайонов состояние площадок и контейнеров не соответствует требованиям, прописанным в Санитарных прави-

лах содержания территорий населенных мест [4]. Контейнеров не хватает, они старые, ржавые, без крышек, отходы вовремя не вывозятся, площадки захламы (рис. 9).

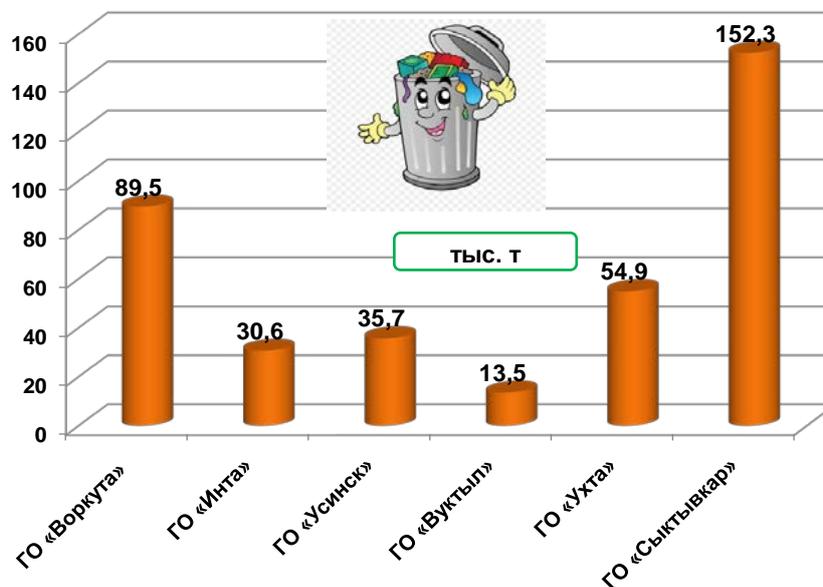


Рис. 7. Объемы образования ТКО в городах Республики Коми

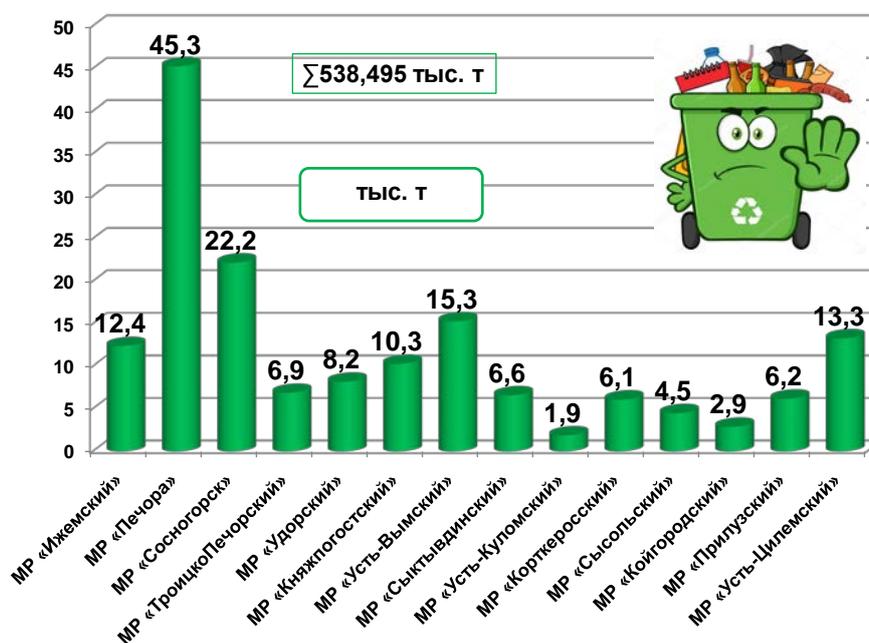


Рис. 8. Объемы образования ТКО в муниципальных районах Республики Коми

Сегодня полномочия по сбору коммунальных отходов в субъектах федерации выполняют региональные операторы. Так, в Республике Коми региональным оператором является ООО «УХТАЖИЛФОНД», которое приступило к своим обязанностям с 1 ноября 2018 г. (рис. 10) [2]. В его обязанности входит летняя и зимняя уборка территории домов, содержание лифтов и мусоропроводов, уборка лестничных клеток, вывоз отходов. Однако ООО «УХТАЖИЛФОНД» не справлялось с объемами работ, поэтому заключало договоры с предприятиями на вывоз отходов на полигон.



Рис. 9. Инвентаризация мест сбора ТКО в МО ГО «Сыктывкар» и близлежащих районах до работы регионального оператора

РАБОТА РЕГИОНАЛЬНОГО ОПЕРАТОРА В МО ГО «СЫКТЫВКАР»



региональный оператор в МО ГО «Сыктывкар»

НАИМЕНОВАНИЕ РАБОТ ПО САНИТАРНОМУ СОДЕРЖАНИЮ ДОМОВЛАДЕНИЙ ООО «УХТАЖИЛФОНД»

1. Летняя уборка придомовой территории;
2. Зимняя уборка придомовой территории;
3. Уборка лестничных клеток;
4. Содержание мусоропроводов;
5. Содержание лифтовых кабин.

Чтобы охватить все территории, «Ухтажилфонд» приобрёл дополнительную технику и заключил договоры с предприятиями, которые выполняли те же функции



Начало работы с 1 ноября 2018 года

Рис. 10. Функции ООО «УХТАЖИЛФОНД»

Полигон твердых коммунальных отходов находится в м. Дырнос г. Сыктывкара. Общая площадь полигона 25 га. Объект включен в государственный реестр объектов размещения отходов 30.04.2015 г. Эксплуатирующей организацией является ООО «Эко-технологии». Полигон функционирует 56 лет, т.е. практически три срока (рис. 11) и не соответствует требованиям, предъявляемым к полигонам.

Поступления отходов на данный полигон идёт из: г.Сыктывкара, Корткеросского, Койгородского, Прилузского, Сысольского и Усть-Куломского районов

Нормативный срок эксплуатации полигона ТКО – 15-20 лет.
Фактический срок эксплуатации полигона в м. Дырнос – 56 лет

Номер в ГРОРО – 11-00025-Х-00377-300415



Полигон в Дырносе будет работать еще 5-7 лет, сроки ввода нового полигона в Мандыче до сих пор неизвестны

Рис. 11. Дырносский полигон ТКО

Согласно Постановлению Правительства Республики Коми от 16.02.2018 № 95, Минприроды РК разработало Региональную программу по обращению с отходами на 2018—2028 гг. (рис. 12) [3].

РЕГИОНАЛЬНАЯ ПРОГРАММА ПО ОБРАЩЕНИЮ С ОТХОДАМИ на 2018-2028 гг.

(Постановление Правительства Республики Коми от 16.02.2018 № 95)

ПОЛИГОН -
20 шт.

МУСОРОПЕРЕРАБАТЫВАЮЩИЙ
ЗАВОД - 2 шт.



ЭКОТЕХНОПАРК - 4 шт.

∑ 13,3 млрд.
руб.

Рис. 12. Объекты региональной программы по обращению с отходами

Программа предлагает создание объектов по обработке, утилизации, обезвреживанию и размещению отходов. В частности, планируется создание 20 полигонов, причем четыре из них в городах Воркута, Инта, Печора, Усинск.

Программа предусматривает строительство 4 экотехнопарков, 2 мусороперерабатывающих завода, полигона для переработки отходов нефтедобычи в Усть-Цилемском районе, завода по переработки резины в синтетическую нефть в г. Емва (рис. 13). Однако разработка и реализация данной программы несколько запоздала. На сегодняшний день не разработаны проекты строительства объектов, а значит, не проведена экологическая экспертиза и не установлено воздействие объектов на окружающую среду.



Рис. 13. Строительство мусороперерабатывающих заводов в Республике Коми

Чтобы перерабатывать отходы в новые товары, нужно строить новые заводы, и делать это лучше всего в специальных кластерах — экотехнопарках. Экотехнопарки — это мусорные кластеры, в которых будет выполняться весь цикл работ:

- сортировка отходов,
- переработка отходов,
- создание новых товаров из вторичных ресурсов.

Планируется, что государство будет оказывать всестороннюю поддержку бизнесу, стимулируя его вступление в подобные кластеры и создание новых заводов. Поддержка выразится в предоставлении субсидий на процентные ставки по кредитам и компенсацию части прямых затрат на строительство. Переработка мусора в экотехнопарках — это возможность экономии средств инвесторов и населения, которое платит за вывоз мусора.

Экотехнопарки будут создаваться для того, чтобы снизить количество полигонного захоронения и повысить уровень использования вторичного сырья в производственном процессе. За счет сети мусорного кластера можно будет снизить социально-экологическую напряженность, так как будут ликвидированы полигоны и несанкционированные свалки.

Экотехнопарки появятся в городах Сыктывкар, Сосногорск, Печора и Воркута к 2021 г.

Для улучшения сбора отходов Региональная программа по обращению с отходами предусматривает создание новых площадок для накопления ТКО: в муниципальных районах — 272 шт. и городских округах — 1108 шт., в том числе в МО ГО «Сыктывкар — 424 шт.

Для рационального обращения с отходами на территории Республики Коми предлагается реализовать ряд направлений работы (рис. 14) [6].

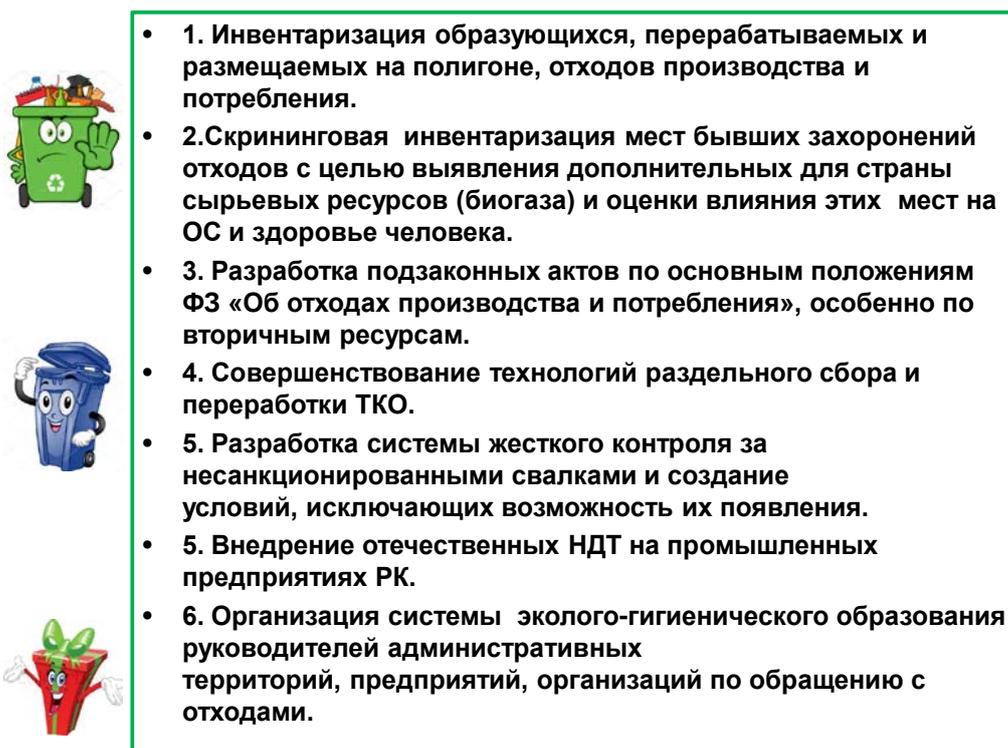


Рис. 14. Направления работы по рациональному обращению с отходами

Таким образом, анализ Концепции (региональной программы) обращения с отходами в Республике Коми и МО ГО «Сыктывкар» свидетельствует о запоздалом (на 20—25 лет) принятии решений по строительству природоохранных объектов.

Для реализации основных положений региональной программы необходимо подготовить серию нормативно-правовых актов в области обращения с отходами и использовании их в качестве вторичных материальных ресурсов.

Для строительства объектов обращения с отходами необходимо разработать проекты, провести экологическую и техническую экспертизы, получить комплексные экологические разрешения.

Библиографический список

1. Образование, использование, обезвреживание и размещение отходов производства и потребления в Российской Федерации [Электронный ресурс] : сайт Федеральная служба гос. статистики. — Режим доступа: <http://www.gks.ru> (дата обращения 20.05.2019).

2. ООО «УХТАЖИЛФОНД» [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <http://ugfond.ru> (дата обращения 22.05.2019).
3. О региональной программе Республики Коми в области обращения с отходами, в том числе с твердыми коммунальными отходами, на 2018 -2028 годы [Электронный ресурс] : постановление Правительства Республики Коми от 16.02.2018 № 95. — Режим доступа:<http://docs.cntd.ru/document/446643352> (дата обращения 25.05.2019).
4. СанПиН 42-128-4690-88. Санитарные правила содержания территорий населенных мест [Электронный ресурс] : утв. Гл. гос. Врачом СССР от 05.08.1988 № 4690-88 // СПС «КонсультантПлюс» (дата обращения 30.05.2019).
5. Утилизация и обезвреживание отходов (кроме обезвреживания термическим способом (сжигание отходов) [Электронный ресурс] : сайт Бюро НДТ. — Режим доступа: <http://burondt.ru/index/its-ndt.html> (дата обращения 25.05.19).
6. Экологическая безопасность промышленных предприятий [Электронный ресурс] : учебное пособие : самостоятельное учебное электронное издание / О. А. Коньк, Т. В. Шахова, П. В. Мусихин ; Сыкт. лесн. ин-т. —Электрон. дан. — Сыктывкар: СЛИ, 2018. — Режим доступа: <http://lib.sfi.komi.com> (дата обращения: 25.05.2019 г.).

УДК 661.862. 222

В России угольная отрасль промышленности является одной из значимых. Однако при добыче угля и его обогащения образуются отходы производства, которые необходимо рационально использовать, а не складировать в отвалах и хвостохранилищах. Для выбора современной технологии был использован информационно-технический справочник наилучших доступных технологий «Добыча и обогащение угля». На базе справочника была разработана технологическая схема, подобрано оборудование, рассчитаны технико-экономические показатели проекта утилизации отходов углеобогащения.

Ключевые слова: наилучшие доступные технологии, отходы, обогащение, уголь, утилизация.

О. А. Конык,

кандидат технических наук, доцент;

М. Н. Бондаренко,

выпускник направления подготовки бакалавриата

«Энерго- и ресурсосберегающие процессы

в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии»

(Сыктывкарский лесной институт)

ПРИМЕНЕНИЕ НАИЛУЧШИХ ДОСТУПНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ДЛЯ УТИЛИЗАЦИИ ОТХОДОВ ОБОГАЩЕНИЯ УГЛЯ АО «ВОРКУТАУГОЛЬ» ПАО «СЕВЕРСТАЛЬ»

Угольная промышленность является одной из ключевых отраслей промышленности в мире. За 2018 г. мировой объем добытого угля составил более 7 млрд т. Добыча ведется в 60 странах, но только на долю десяти стран приходится 90 % всего добытого объема. Лидером по объему добытого угля является Китай, а Россия находится на шестом месте [1].

На 1000 т добытого угля образуется до 300 т отходов. В мировой практике выделяют несколько направлений использования отходов добычи, но наиболее популярным во многих странах, в том числе в России, является использование этих отходов как закладочный материал в выработанные шахты (рис. 1) [2, 3].

Целью данной работы является поиск путей применения наилучших доступных технологий (НДТ) для утилизации отходов, образующихся в процессе обогащения угля на предприятии «Воркутауголь».

ПАО «Северсталь» — это вертикально интегрированная горнодобывающая и металлургическая компания с основными активами в России и частью активов за рубежом. Организация включает в себя два дивизиона: «Северсталь Ресурс» (добыча полезных ископаемых) и «Северсталь Российская Сталь» (производство и реализация металлургической продукции) [4, 5].

АО «Воркутауголь» входит в состав дивизиона «Северсталь Ресурс». Предприятие располагается в Воркутинском районе Республики Коми, обладает большими ресурсами и довольно большим объемом добычи угля и производства концентратов различных сортов и марок (рис. 2).

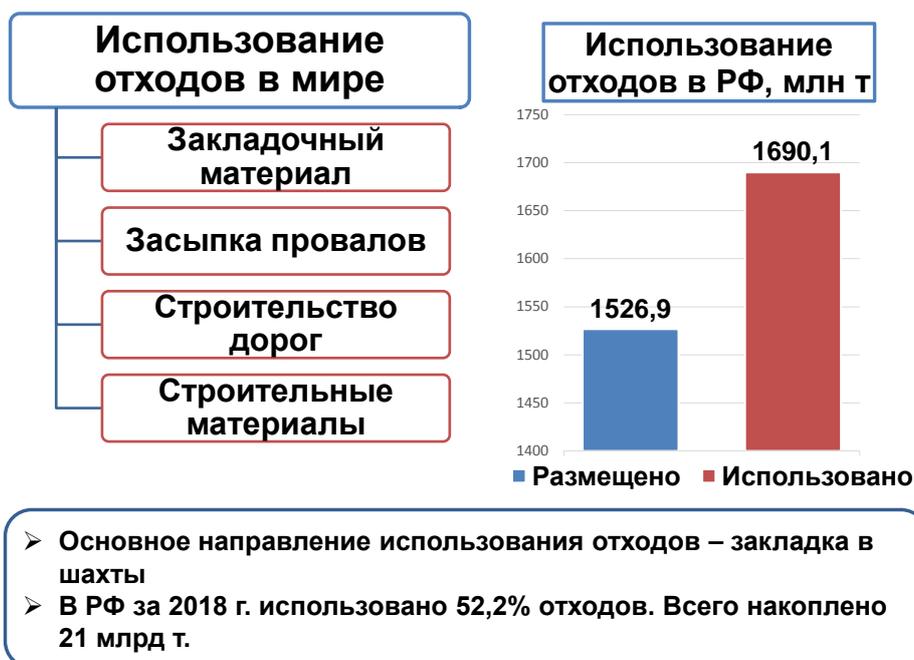


Рис. 1. Способы утилизации отходов угледобычи

Запасы и ресурсы предприятия составляют 297 млн. т угля. Годовой объем добычи – 11,359 млн. т. Производство товарной продукции – 6,754 млн. т. Производство концентрата коксующегося угля – 4,9 млн. т.



Рис. 2. Продукция АО «Воркутауголь»

Энергетический уголь используется на ТЭЦ и цементных заводах в качестве топлива, а коксующийся — дивизионом «Северсталь Российская Сталь» для изготовления кокса.

В состав АО «Воркутауголь» входит 9 предприятий (рис. 3).

Центральная обогатительная фабрика «Печорская» занимается обогащением добытого угля. На данной фабрике применяется мокрая технология обогащения. Основными процессами являются прием угля, обогащение в тяжелых средах и методом пенной флотации с образованием промпродукта и концентрата, их сушка, складирование и отгрузка потребителю. Образующиеся при этом

отходы в виде породы и хвостов обезвоживаются и размещаются на собственных объектах размещения отходов.

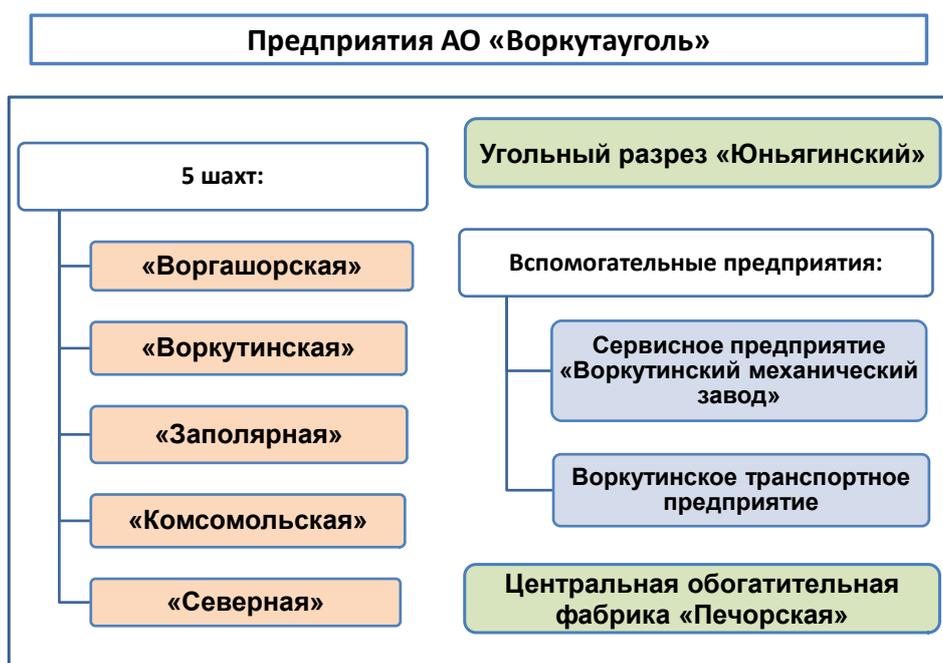


Рис. 3. Структурные подразделения АО «Воркутауголь»

В процессе деятельности АО «Воркутауголь» образуется 12 наименований отходов различных классов опасности в объеме 3,474 млн т в год (рис. 4).

В процессе производственной деятельности ЦОФ образуются отходы производства и отходы потребления, всего 12 наименований в объеме 3,474 млн. т/год

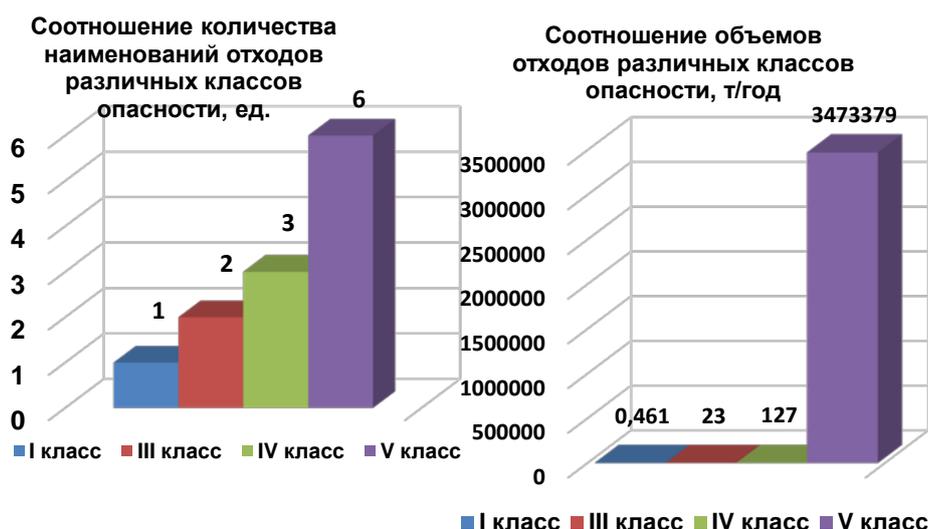


Рис. 4. Анализ отходов по классам опасности

Основными видами деятельности АО «Воркутауголь» являются добыча, обогащение и реализация угольной продукции. Практически весь этот объем

составляют отходы 5 класса опасности, а именно вмещающая порода при добыче угля подземным способом в объеме 3,402 млн т/год.

Предприятие имеет собственные объекты размещения отходов. В породном отвале размещаются вмещающая порода и золошлаковая смесь от сжигания углей, а в накопителе пастообразных отходов, или хвостохранилище, — хвосты обогащения, образуемые при флотации (рис. 5). Суммарная площадь объектов — 218 га.



Рис. 5. Сбор и хранение отходов в АО «Воркутауголь»

Если посмотреть на эколого-экономические показатели воздействия отходов обогащения угля на почву, можно увидеть, что ущерб, наносимый земельным ресурсам, превышает плату за размещение отходов в 3218 раз, что является довольно серьезной проблемой (рис. 6).

В поисках технологии утилизации отходов обогащения угля был изучен информационно-технический справочник наилучших доступных технологий «Добыча и обогащение угля» [6], в котором технологии отбирались по следующим критериям: наименьший уровень воздействия на окружающую среду, экономическая эффективность, минимальный расход ресурсов и энергии и внедрение технологии в нескольких предприятиях отрасли (рис. 7).

В справочнике было рассмотрено несколько позиций организационного характера и в области минимизации негативного воздействия отходов. В итоге было решено использовать отходы обогащения для производства строительных материалов.

ЭКОЛОГО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ ВОЗДЕЙСТВИЯ ОТХОДОВ ОБОГАЩЕНИЯ УГЛЯ НА ПОЧВУ

$$P_{\text{отх}} = H_{\text{би}} \times m_{\text{л.и}} \times 1,04 = (1,1 \times 3\,451\,953,9 \times 1,04) + (7,3 \times 20\,420,504 \times 1,04) = 4\,316\,440,97 \text{ руб.}$$

$$Ущ_{\text{отх}} = (M_i \times T_{\text{отх}}) \times K = 3\,472\,374,404 \times 4000 \times 1 = 13\,889\,497\,616 \text{ руб.}$$

$$Ущ_{\text{отх}} > P_{\text{отх}} \text{ в } 3218 \text{ раз}$$

Рис. 6. Расчет эколого-экономических показателей воздействия отходов углеобогащения на земельные ресурсы



Рис. 7. Критерии отбора наилучших доступных технологий

Строительным материалом выбран кирпич, производимый по технологии полусухого формования. Данная технология предусматривает дробление сырья, сушку, измельчение, гранулирование, прессование и обжиг (рис. 8).

Исследования, проводимые на других обогатительных фабриках, показывают, что кирпич, произведенный по данной технологии, имеет четкие грани, геометрические формы и соответствует требованиям ГОСТ 530-2012 «Кирпич и камень керамические». Для производства кирпича предлагается готовая линия

китайского производства мощностью 5 млн шт./год. Стоимость данной линии составляет 43 млн руб. (рис. 9).

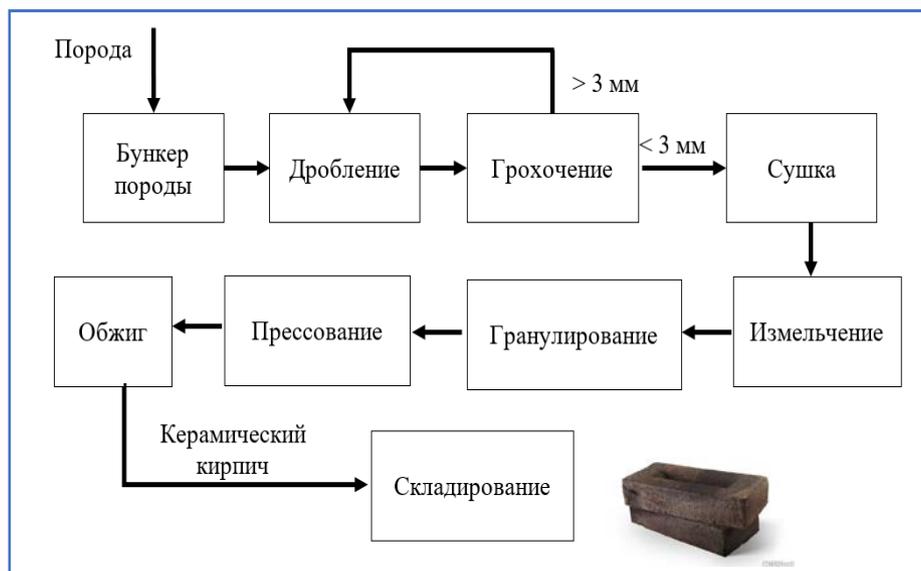


Рис. 8. Принципиальная технологическая схема утилизации отходов углеобогащения



Рис. 9. Линия для производства кирпича из угольных отходов

Капитальные вложения в предприятие составят почти 50 млн руб. Это стоимость самой линии плюс расходы на доставку и монтаж оборудования.

Остальные технико-экономические показатели приведены на рис. 10.

Таким образом, в процессе обогащения угля на ЦОФ «Печорская» в АО «Воркутауголь» образуются отходы, большую часть которых составляет вмещающая порода, размещаемая на территории предприятия.

Эколого-экономические расчеты свидетельствуют, что ущерб, наносимый земельным ресурсам, превышает плату за размещение отходов в породном отвале более чем в 3000 раз.

РАСЧЕТ ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ПРОЕКТА

Капитальные вложения: 49,8 млн руб.
Текущие затраты: 7,2 млн руб./год.
 На предложенной линии можно получить 5 млн ед. кирпича в год. При стоимости одного кирпича в 15 руб. выручка составит:
Прибыль предприятия: 75 млн руб./год;
Чистая прибыль : 67,8 млн руб./год;
Рентабельность: 140%;
Срок окупаемости: 7 мес.



Предложенная технологическая линия позволит переработать до 20 тыс. т отходов в год, что уменьшит плату за размещение отходов на 22 тыс. руб. и ущерб, нанесенный земельным ресурсам на 80 млн руб.

Рис. 10. Техничко-экономические показатели проекта

Внедрение предложенной наилучшей доступной технологии, заключающейся в производстве кирпича из отходов углеобогащения, позволит дополнительно зарабатывать АО «Воркутауголь» 68 млн руб. и перерабатывать до 20 тыс. т отходов в год. Срок окупаемости проекта 7 мес.

Библиографический список

1. Таразанов, И. Г. Итоги работы угольной промышленности России за январь-декабрь 2018 года [Текст] / И. Г. Таразанов // Уголь. — 2019. — № 3. — С. 58—73.
2. Утилизация отходов добычи в переработки угля [Текст] : учеб. пособие / В. В. Севостьянов [и др]. — Новокузнецк : СибГИУ, 2000. — 55 с.
3. Экология угольной промышленности: состояние, проблемы, пути решения [Текст] / А. А. Харионовский [и др.] // Вестник научного центра по безопасности работ в угольной промышленности. — 2018. — № 2. — С. 70—80.
4. Северсталь [Электронный ресурс] // ПАО «Северсталь». — Режим доступа: <https://www.severstal.com/>.
5. Северсталь, АО «Воркутауголь» [Электронный ресурс] // АО «Воркутауголь». — Режим доступа: <https://www.vorkutaugol.ru/>.
6. ИТС 37-2017 Добыча и обогащение угля [Текст] / Бюро НДТ. — Москва, 2017. — 294 с.

УДК 678.002.8 (075)

Анализ обращения с пластиковыми отходами свидетельствует, что, несмотря на большие объемы образования, степень их использования в качестве вторичных материальных ресурсов остается очень низкой. В основном отработанный пластик размещается на полигонах и свалках, загрязняет объекты окружающей среды, приводит к гибели животных. Предлагается проект виртуального предприятия по утилизации пластиковых отходов (ПЭТ-бутылок), предусматривающий технологическую схему получения пластиковых модулей и их использование в качестве составляющей современного дорожного полотна.

Ключевые слова: бизнес-план, пластиковые отходы, обращение с отходами, технологическая схема, оборудование, сбор, утилизация.

О. А. Конык,

кандидат технических наук, доцент;

А. Я. Кравцов,

выпускник направления бакалавриата

«Энерго- и ресурсосберегающие процессы

в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии»

(Сыктывкарский лесной институт)

РАЗРАБОТКА ПРОЕКТА ПРЕДПРИЯТИЯ ПО УТИЛИЗАЦИИ ПЛАСТИКОВЫХ ОТХОДОВ

Пластик делает нашу жизнь удобной, но каждая упаковка йогурта, одноразовый стаканчик или бутылка, которые мы выбрасываем в контейнер, усугубляет проблему загрязнения нашей планеты.

Каждую секунду в мире производят 20 тысяч пластиковых бутылок, а каждую минуту — покупают миллион. Большинство из производимых пластиковых бутылок после использования отправляются на свалку. С конца 1940-х годов (когда пластмассу начали производить в промышленных масштабах) было выпущено примерно 9,1 млрд т пластиковых изделий, и теперь большая часть из них находится на свалках. Пластиковые бутылки в основном производятся из полиэтилентерефталата (ПЭТ) и, попадая на свалки, в землю или в воду, могут разлагаться до 400 лет [1].

Лидером по объемам образования пластиковых отходов является США — 78 кг на душу населения. В РФ этот показатель составляет 26 кг на душу населения [4].

Пластиковые отходы, с одной стороны, представляют собой загрязнители окружающей среды, а с другой — являются ценными ресурсами, потенциально пригодными для вторичного использования и переработки. Следует отметить, что рынок испытывает дефицит полимерного сырья, так как объем потребления пластмасс ежедневно возрастает. В связи с этим проблема бесконтрольного и нерационального обращения с отходами стоит особенно остро.

Целью предлагаемой работы является создание проекта виртуального предприятия по утилизации пластиковых отходов.

С апреля 2014 г. на территории г. Сыктывкара реализуется проект по отдельному сбору отходов, для этого организованы 140 площадок с контейнерами для сбора пластика и макулатуры соответственно желтого и синего цвета (рис. 1).



Рис. 1. Контейнеры для утилизации пластиковых отходов и макулатуры в МО ГО «Сыктывкар»

Утилизацией пластиковых отходов в г. Сыктывкаре занимаются компании ООО «КомиЭковтор», ООО «ФасадПлюс», ООО «Комитекс» и др. Однако существенное количество пластиковых отходов вместе с ТКО вывозят на полигон в Дырносе, который обслуживает ООО «Эко-сфера» (рис. 2).



Рис. 2. Пластиковые отходы на Дырносском полигоне

Для создания виртуального предприятия по утилизации пластиковых отходов был разработан бизнес-план [3], включающий резюме проекта, его описание, информацию об участниках, описание продукта, анализ рынка, организационный и финансовый план и прочие структурные единицы (рис. 3).



Рис. 3. Бизнес-план создания виртуального предприятия по утилизации пластиковых отходов

Виртуальное предприятие по утилизации пластиковых отходов планируется разместить в местечке Човью г. Сыктывкара, на улице Промышленная 2-я, д. 38/1. На сегодняшний день данный участок выставлен в аренду частным лицом, площадь участка составляет 16 780 м². Также на данной территории размещен ангар, площадь которого составляет 2200 м².

Предприятие по утилизации пластиковых отходов предусматривает следующие структурные единицы:

- склад приема, сортировки и хранения пластиковых отходов;
- цех по утилизации пластиковых отходов;
- гараж;
- административно-бытовой корпус.

Сырьем для производства дорожного полотна будет пластик, ранее применяемый в пищевой промышленности, — ПЭТ-бутылки.

Для сбора пластиковых бутылок на территории МО ГО «Сыктывкар» предусматриваются пункты сбора, сетчатые кубы в парках и скверах.

Технологическая схема утилизации пластиковых отходов выглядит следующим образом (рис. 4). Отсортированные пластиковые бутылки без полипропиленовых крышек по ленточному транспортеру подаются в этикеткоотделитель. Пластик попадает в дробилку, где происходит его измельчение до пластикового флекса. Затем измельченный пластик попадает в фрикционную мойку, в горячую и шнековую мойки, где происходит процесс очищения. Далее пластик попадает на центробежную и аэродинамическую сушилки, где происходит удаление воды из пластика. После того как полученный пластиковый флекс полностью высох, он попадает в циклон-бункер. В конечном итоге пластиковый флекс попадает под гидравлический пресс, где происходит создание пластиковых модулей.



Рис. 4. Технологическая схема утилизации пластиковых отходов

Конечным продуктом предприятия станут дорожные модули из пластиковых отходов, которые в дальнейшем будут применяться для создания дорожного полотна. Общий объем производства в месяц будет равен 10 км дорожного полотна, при этом необходимое количество пластиковых отходов на 1 км дороги равно 20 тыс. кг [5].

Приготовленное дорожное полотно будет отправляться на склад, откуда будет вывозиться на специально оборудованных машинах для установки на подготовленную дорогу.

Пластиковое дорожное полотно будет долговечнее асфальтового, так как будет служить около 25 лет, в то время как средний срок службы асфальтовой дороги составляет примерно 8 лет.

В зависимости от заказа, пластиковые модули будут иметь различные варианты расположения и различные размеры [2], которые представлены на рис. 5.

Продажа готовой продукции будет осуществляться в сезон укладки дорог — с конца апреля по начало сентября, а в остальное время будет происходить производство пластиковых модулей и заключение договоров на продажу.

На начальный период реализации проекта планируется осуществлять продажу модулей на российском рынке.

Как и любое предприятие, функционирующее на рынке, данный проект находится в условиях рисков. На рис. 6 представлены основные риски проекта. Во избежание возникновения этих и новых рисков будут приняты следующие меры:

- страхование всего имущества;
- заключение договоров с разными компаниями;
- увеличение затрат на рекламу;
- предоставление скидки на продукцию и услуги;
- увеличение объемов производства;
- снижение затрат на закупку и сбор сырья.



Рис. 5. Характеристика дорожного полотна

Основные риски проекта		
Риски	Вероятность и степень опасности. Проявления негативного влияния	Средства нивелирования риска
Сезонность	Средняя. Поскольку предоставление услуг зависит от времени года, степень опасности средняя	Планирование и формирование запасов денежных средств, гибкая политика работы с клиентами в критический период
Высокая активность конкурентов в целевых регионах	Низкая. Поскольку в РФ есть несколько организаций, которые занимаются утилизацией пластиковых отходов. Предприятия есть, но они не занимаются созданием дорожного полотна	Патентование и сертификация. Скорейшее максимальное занятие ниши
Дефицит сырья	Низкая степень опасности, поскольку значительная часть сырья (материалы) в РФ превышает потребность	Закупки системные
Институциональные	Средняя. Степень опасности – средняя, поскольку в проекте есть оборудование, стоимость которого зависит от курса доллара	Прогнозы экспертов, изучение аналитических материалов
Налоговые	Низкая. Степень опасности – низкая. Проект слабо зависит от налоговых сборов, и имеет возможности применения различных законных способов снижения налоговой нагрузки	Применение различных законных способов снижения налоговой нагрузки

Рис. 6. Основные риски проекта

Для реализации проекта предприятия по утилизации пластиковых отходов потребуются финансовые вложения в размере 11,6 млн руб. В основном затраты потребуются на аренду и обустройство цеха, покупку оборудования и услуги персонала (рис. 7).

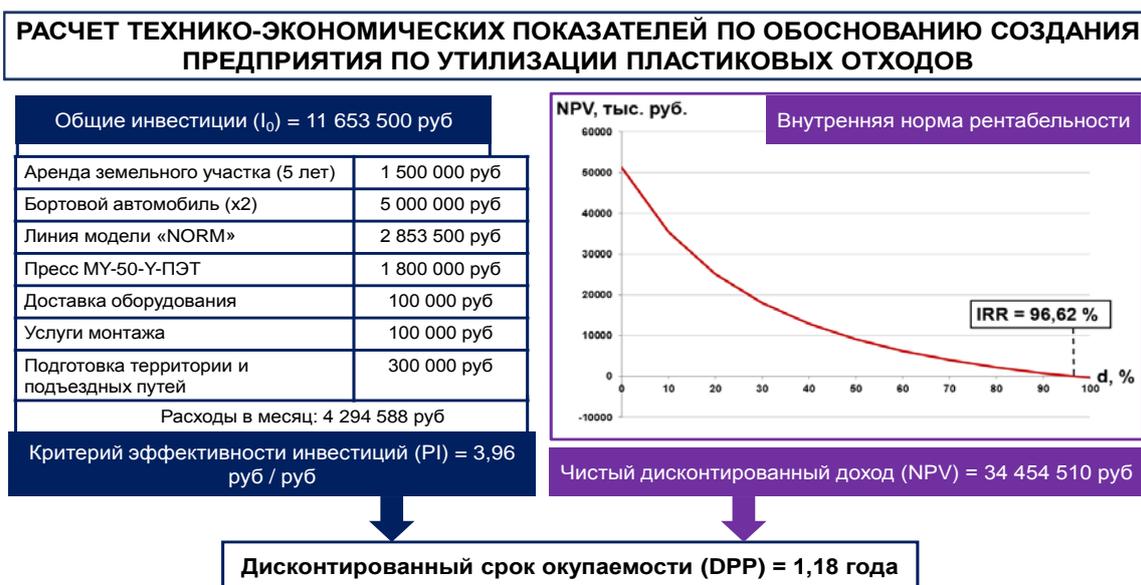


Рис. 7. Техничко-экономические показатели создания предприятия

При общих инвестициях в 11,6 млн руб., ежемесячных расходах в 4,3 млн руб. и чистой дисконтированной прибыли в 34,5 млн руб. предприятие является эффективным и окупится за 1,18 года. Также проект является рентабельным, о чем свидетельствует индекс доходности, который составляет 3,96 [3] (см. рис. 7).

Таким образом, на базе разработанного бизнес-плана предлагается проект виртуального предприятия по утилизации пластиковых отходов. В качестве сырья предусматривается использовать ПЭТ-бутылки. Продуктом переработки будут пластиковые модули для обустройства дорожного полотна.

Расчет технико-экономических показателей строительства объекта и критерия эффективности инвестиций по индексу доходности ($PI > 1$) свидетельствует, что виртуальное предприятие является эффективным и окупится за 1,18 года.

Библиографический список

1. Волкова, А. В. Рынок утилизации отходов [Электронный ресурс] / А. В. Волкова ; Национальный исследовательский университет — Высшая школа экономики. — Москва : Центр развития, 2018. — Режим доступа: <https://dcenter.hse.ru/data/2018/07/11/1151608260/Рынок%20утилизации%20отходов%202018.pdf>.
2. Карпов, Б. Н. Сборные многокомпонентные дорожные покрытия [Текст] : дис. ... д-ра. тех. н. / Б. Н. Карпов. — Санкт-Петербург, 2000. — 330 с.
3. Методология и практика чистого производства [Текст] : учеб. пособие / О. А. Коньк, В. В. Жиделева, В. С. Пунигина [и др.] ; отв. ред. В. В. Жиделева ; Сыкт. лесн. ин-т. — Сыктывкар : СЛИ, 2015. — 196 с.
4. Рынок переработки пластиковых отходов [Электронный ресурс] // Твердые бытовые отходы. — 2011. — № 1. — С. 48—49. — Режим доступа: https://techart.ru/files/publications/8_12_Обзор.pdf.
5. Сколько стоит километр дороги [Электронный ресурс] // Нерудные технологии. — Режим доступа: <https://nerud-teh.ru/skolko-stoit-kilometr-dorogi/>.

НАПРАВЛЕНИЕ «ЛАНДШАФТНАЯ АРХИТЕКТУРА И ФОРМИРОВАНИЕ КОМФОРТНОЙ ГОРОДСКОЙ СРЕДЫ»

УДК 712.4 (470.13)

Установлено, что с ландшафтно-архитектурной точки зрения зеленый наряд столицы Республики Коми требует кардинального улучшения. На основе структурно-функционального подхода разработана система озеленения города. Элементы структуры и связи между ними, формирующие систему, включают в себя ботанические сады, вузы и агропромышленный техникум, производственные организации по озеленению и уходу за городскими насаждениями, будущий декоративный питомник. Предполагается, что координировать систему озеленения города и управлять ею должна администрация столицы.

Ключевые слова: городские насаждения, декоративный питомник, структура системы озеленения.

Г. Г. Романов,
кандидат сельскохозяйственных наук, доцент
(Сыктывкарский лесной институт)

СИСТЕМА ОЗЕЛЕНЕНИЯ СТОЛИЦЫ РЕСПУБЛИКИ КОМИ ²

Современное неудовлетворительное состояние зеленых насаждений столицы Республики Коми г. Сыктывкара охарактеризовано в работе Мартынова Л. Г. и др., опубликованной в 2011 г. [1]. Авторы отмечают, что в городе только 30—35 % зеленых насаждений отвечает санитарно-гигиеническим, экологическим и эстетическим требованиям. Все это результат бессистемной и некачественной работы озеленительных организаций, отсутствия декоративного питомника на протяжении всей истории существования и развития города. В качестве рекомендаций по улучшению качества и комфортности городской среды, в отмеченной выше научной статье предлагается поднять зеленое строительство в Сыктывкаре на должный уровень путем наладки системы озеленения в целом. Под системой озеленения авторы подразумевают, во-первых, обеспечение квалифицированными кадрами и современной техникой городского треста зеленого хозяйства, а, во-вторых, указывается на необходимость создания декоративного питомника для массового выращивания посадочного материала и последующей их высадки на улицах, скверах и площадях.

Позднее вопросы о состоянии городских насаждений и возможности создания декоративного питомника для целей озеленения г. Сыктывкара рассмотрен в работе Романова Г. Г. и Воловецкой А. С. [2]. В указанной статье обращается внимание, что в столице Республики Коми наблюдается острая нехватка парковых территорий. Так, старейший городской парк на высоком берегу р. Сысола, Кировский, едва дотягивающий по площади под определение парка, уже несколько лет в стадии незавершенного строительства. Другой парк — Мичуринский — таковым не является, так площадь его значительно меньше

² Доклад в Общественной палате Республики Коми 18 июня 2019 г.

10 га. Как следует из документов Генерального плана г. Сыктывкара, разработанного в 2015 г., других парков в городе не существует. По мнению специалистов кафедры ландшафтной архитектуры, строительства и землеустройства Сыктывкарского лесного института, в результате неквалифицированной работы по уходу за тополями в виде их «остолбления» со временем резко снижается жизнеспособность растений. В настоящее время многие из них представляют реальную опасность для жизни и здоровья граждан, так как могут в любой момент упасть на тротуар или проезжую часть.

Описываемое плачевное положение с зеленым нарядом столицы Республики Коми связано, как указывалось выше, с отсутствием у города своего декоративного питомника. Хотя в городе и его окрестностях имеются два ботанических сада, принадлежащих соответственно Институту биологии Коми научного центра и Сыктывкарскому государственному университету им. Питирима Сорочкина, плодово-ягодный питомник при Институте сельского хозяйства Республики Коми и один базисный лесной питомник Сыктывкарского лесничества. Однако ни один из них не предназначен для массового выращивания декоративных древесных растений для целей озеленения городских территорий.

Ситуация с отсутствием декоративного питомника еще более усугубилась с открытием в 2013 г. в Сыктывкарском лесном институте (СЛИ) нового направления подготовки обучающихся в области ландшафтной архитектуры. Он крайне необходим СЛИ как производственная база для подготовки будущих бакалавров в области ландшафтной архитектуры, а также как одно из мест будущего их трудоустройства. В то же время отмечается, что трест «Горзеленхоз», отвечавший за создание городских зеленых насаждений и уход за ними, прекратил свое существование. Его функции взяли на себя несколько непрофильных организаций города. Исходя из последнего, предложение авторов вышеупомянутой статьи [1] о системном решении проблемы озеленения, в том виде, которое ими предлагалось, на наш взгляд, потеряло всякий смысл.

В качестве одного из шагов по изменению ситуации с озеленением города в сложившихся условиях предлагалось обратить внимание на пути создания декоративного питомника. При этом в статье [2] утверждалось, что этот вопрос лежит сугубо в организационной плоскости. Решение о его создании можно было бы принять на общегородском совещании с участием всех заинтересованных сторон: представителей учебных заведений, научных и производственных организаций, занимающихся вопросами благоустройства и озеленения, представителей городской администрации. Впоследствии эта мысль была озвучена в Общественной палате Республики Коми, где 18 июня 2019 г. был вынесен на обсуждение доклад автора данной статьи на тему «Организация декоративного питомника для целей озеленения г. Сыктывкара». В докладе на основе использования методики определения потребности городов в посадочном материале для озеленительных целей, разработанной еще в советское время бывшей Академией ЖКХ [4], были приведены базовые требования к искомому городскому декоративному питомнику: площадь не менее 100 га и его мощность, которая выражается в ежегодном выпуске посадочного материала около 40 тыс. сажен-

цев деревьев и более 320 тыс. саженцев кустарников разнообразного ассортимента.

Разумеется, приведенные цифры носят рекогносцировочный характер. Чтобы реально оценить потребность города в посадочном материале, необходимо с помощью специалистов научных учреждений и вузов провести инвентаризацию существующих городских насаждений. Причем такими работами надо охватить не только в центральную часть города, как это было сделано около 10 лет назад, а всю его территорию, подсчитав при этом потребность в саженцах для нового строительства, для реконструкции старых, отживающих насаждений, реставрации и текущих ремонтных работ. Полученные результаты и будут реальной основой расчета потребности города в посадочном материале, а также перспективного планирования будущего декоративного питомника. При этом можно ожидать, что порядок цифр, характеризующих общую потребность города в посадочном материале, вряд ли будет сильно отличаться от приведенной нами выше. Более того, указанные объемы выпуска посадочного материала придется еще и наращивать. Это связано с тем, что по мере производственного роста данный питомник будет способен снабжать не только столицу и местное население вокруг него, но и обеспечивать своей продукцией и другие города лесной части республики (Емву, Сосногорск, Ухту и Печору), где ситуация с озеленением городских территорий ничуть не лучше, чем в Сыктывкаре.

В вышеуказанном докладе нами были предложены два варианта организационных путей решения задачи создания декоративного питомника. Первый вариант предусматривал создание питомника на базе земель ООО «Пригородный». Плюсы данного варианта: наличие у предприятия большого массива земель сельскохозяйственного назначения, необходимых кадров, хорошая техническая оснащенность, близость к городу. Подчеркивалось, что выбор данного варианта продиктован тем, что мелкому бизнесу поднять декоративный питомник такого масштаба будет весьма трудно, а для ООО «Пригородный» вполне по силам.

Кстати, примеры включения частного бизнеса в успешное решение подобных задач в Республике Коми есть. Здесь имеется в виду крупнейшее деревообрабатывающее предприятия на АО «Монди Сыктывкарский лесопромышленный комплекс», который в последние годы создал в окрестностях с. Визинги Сысольского района Республики Коми лучший в Российской Федерации лесопитомнический комплекс по выращиванию сеянцев хвойных пород и поставил задачу с его помощью полностью покрыть потребности республики в посадочном материале для целей лесовосстановления.

Во втором варианте предлагалось создание декоративного питомника на базе лесного питомника ГУ «Сыктывкарское лесничество», созданного в начале 1970-х годов. Этот питомник расположен примерно в 12 км от города, близ объездной дороги на участке Выльгорт — Сыктывкар, с заездом туда напротив весового контроля. Данный питомник площадью 28,4 га [5] уже ряд лет не используется по целевому назначению и постепенно приходит в упадок. В то же время в нем имеется вся необходимая инфраструктура — дороги, в т. ч. с твердым покрытием, электроснабжение, капитальные здания, водоем для полива;

продуцирующая площадь представлена открытым грунтом и 9 каркасными теплицами, земля окультурена. Было бы разумно перепрофилировать его в декоративный питомник для целей озеленения Сыктывкара. Плюсы в том, что он практически готов к использованию: здесь не надо заказывать проект питомника, отводить под него земли, тратить время и средства на освоение земель и на подъем их плодородия.

Из-за небольшой площади лесного питомника он может стать не полным, а специализированным декоративным питомником по выпуску ограниченного ассортимента посадочного материала, например, в виде саженцев красиво цветущих кустарников и быстрорастущих декоративных деревьев. По мере изменения спроса питомник может менять ассортимент и переходить на выпуск других видов растений. Кстати, создание таких неполных питомников в настоящее время — широко распространенное явление [4].

Если для ООО «Пригородный» такой вариант не будет представлять интереса, то нужно найти среди бизнес-структур города организацию, которая бы договорилась с руководством Сыктывкарского лесничества об его аренде, и после проведения небольшого ремонта зданий и осуществления ряда агротехнических мероприятий на полях, уже со следующего года приступила бы к посеву и посадкам необходимого ассортимента растений.

В случае создания обоих питомников они прекрасно дополняли бы друг друга, а город только выиграл бы от разнообразия и возможности периодической замены выпускаемой ими продукции.

Однако, на наш взгляд, создание только лишь одного декоративного питомника в отсутствие специализированной производственной организации, нацеленной исключительно на благоустройство и озеленение города, а также без участия научных и учебных учреждений и городской администрации проблему качественного улучшения состояния зеленого наряда столицы не решить. Перед данным питомником при его пуске в эксплуатацию тут же возникнет масса организационных и производственных проблем, которые ему одному не решить, и через некоторое время он будет вынужден закрыться или влечить жалкое существование.

Повышение качества городских насаждений надо решать системно, но не так, как предлагали сотрудники Ботанического сада Института биологии Коми НЦ УрО РАН [1], а гораздо шире, с использованием всего имеющегося потенциала города. При этом под системой мы, вслед за В. Н. Садовским [6], понимаем упорядоченное множество взаимосвязанных элементов, обладающих вполне определенной структурой. Элементами системы в нашем случае выступают необходимые предприятия и организации города, которые до объединения в систему существовали самостоятельно и, как показывает практика, вне системы не способны были повлиять на качество озеленения города в целом. При этом выбирая элемент, мы должны выделять прежде всего те его свойства, которые связаны с функционированием в разрабатываемой системе. В этой связи возникает необходимость организовать элементы в определенную структуру, имеющие устойчивую и упорядоченную связь между собой и вместе образующих единое целое [7].

Основываясь на вышеизложенных теоретических положениях, формирование городской системы озеленения начнем с того, что под необходимую функцию по изучаемой теме будем осуществлять поиск подходящего элемента, который бы эту функцию выполнял. Найденные элементы затем выстраиваем в структуру в соответствии с необходимыми связями между ними и в итоге формируем требуемую систему озеленения.

Известно, что важнейшее значение в зеленом наряде города имеет ассортимент высаживаемых деревьев и кустарников [6]. В его формировании могут и должны участвовать расположенные в городе ботанические сады Института биологии Коми НЦ УрО РАН и Сыктывкарского государственного университета им. Питирима Сорокина (СыктГУ). У них накоплена огромная коллекция интересных инорайонных растений, завезенных в Сыктывкар из многих стран и различных континентов. У этих необычных для подзоны средней тайги растений изучены эколого-биологические свойства, они испытаны на приживаемость, морозостойкость, разработана агротехника ухода за ними, многие из них рекомендованы для массового выращивания и последующей высадки на городских улицах и скверах [8, 9]. Таким образом, выявлен первый элемент системы озеленения – ботанические сады города.

Следующая функция — подготовка квалифицированных кадров для грамотного использования выращиваемого ассортимента деревьев и кустарников при создании проектов озеленения. Эти вопросы сегодня решает Сыктывкарский лесной институт (СЛИ), а рабочие кадры для питомника готовятся в Коми республиканском агропромышленном техникуме, расположенном рядом с г. Сыктывкаром.

Выше указывалось, что вместо прекратившего свое существование в Сыктывкаре треста «Горзеленхоз» в настоящее время имеется ряд организаций, взявших на себя его функции по благоустройству и озеленению. С точки зрения управления процессом озеленения города, распыление функции благоустройства между многими непрофильными организациями — весьма неблагоприятный факт. Эту сложившуюся ситуацию в будущем необходимо исправить. Тем не менее сегодня мы имеем третью точку на плоскости, представляющую собой при ближайшем рассмотрении многокомпонентный элемент в формирующейся структуре, который в совокупности представлен рядом производственных организаций в уставной деятельности которых значатся работы по благоустройству и озеленению. Предполагается, что они будут не только приобретать у декоративного питомника посадочный материал и воплощать созданные Сыктывкарским лесным институтом проекты, но и принимать к себе на работу выпускников учебных заведений на инженерные и рабочие должности.

Четвертый элемент структуры — это отсутствующий пока декоративный питомник. Его основная функция — обеспечивать качественным посадочным материалом в необходимом ассортименте и количестве производственные организации, занимающиеся озеленением, и одновременно служить для Сыктывкарского лесного института и других учебных заведений производственной базой по овладению обучающимися современных технологий массового производства разнообразного посадочного материала. В свою очередь, в целях улучшения качества посадочного материала данный питомник должен ставить пе-

ред учеными академических институтов Коми научного центра УрО РАН задачи по созданию постоянной семенной базы при питомнике в виде плантаций декоративных растений для получения улучшенных семян декоративных растений на селекционно-генетической основе и др.

Итак, на плоскости получился прямоугольник с необходимыми элементами по углам и связями между ними. Завершать данную структуру, по нашему мнению, должна администрация МО ГО «Сыктывкар» — основной заказчик работ по озеленению города, ответственный за стратегию его озеленения, координацию взаимодействия всех участников системы и, в конечном счете, за качество «зеленого наряда» столицы в целом. Находиться она, разумеется, должна над остальными элементами структуры. Если все вышеназванные элементы соединить, получится фигура в форме пирамиды, где в ее основании по углам четырехугольника и на вершине пирамиды расположены необходимые элементы системы озеленения, а ребра этой фигуры и линии в ее основании обозначают взаимные необходимые связи между элементами. Такова предлагаемая структура системы озеленения г. Сыктывкара в нашем понимании. В более полном варианте элементы системы и их предполагаемые функции сведены в таблицу.

Элементы и их функции в системе озеленения г. Сыктывкара

Элементы системы озеленения	Выполняемые функции
МО ГО «Сыктывкар»	<ol style="list-style-type: none"> 1. Разработка стратегии озеленения города в целом. 2. Курирование городской системы озеленения и ее совершенствование. 3. Заказ и финансирование работ по озеленению городской территории.
Ботанический сад Института биологии Коми НЦ УрО РАН, Сыктывкарский госуниверситет им. П. Сорокина, Эколого-биологический центр	<ol style="list-style-type: none"> 1. Разработка ассортимента деревьев и кустарников для выращивания в декоративном питомнике. 2. Помощь в обеспечении декоративного питомника посадочным материалом растений-интродуцентов. 3. Организация и научное сопровождение постоянной семеноводческой базы декоративных деревьев и кустарников при питомнике. 4. Обеспечение питомника и производственных организаций по благоустройству и озеленению разработками в области агротехника и приемов ухода за растениями-интродуцентами.
Сыктывкарский лесной институт, Сыктывкарский госуниверситет им. П. Сорокина, КРАПТ	<ol style="list-style-type: none"> 1. Создание проектов озеленения города (парков, улиц, скверов и т.п.) с использованием выращиваемого в декоративном питомнике ассортимента древесных растений, проведение их общественной экспертизы и передача лучших проектов озеленительным организациям города для внедрения их в природу. 2. Обучение в питомнике студентов технологиям выращивания массового посадочного материала 3. Обеспечение питомника и организаций по озеленению и благоустройству квалифицированными кадрами. 4. Авторский надзор за реализованными проектами.
Декоративный питомник	<ol style="list-style-type: none"> 1. Выращивание посадочного материала необходимого ассортимента, количества и качества, обеспечение им организаций, занимающихся озеленением города.

Элементы системы озеленения	Выполняемые функции
	2. База практики для обучающихся различных учебных заведений города и трудоустройство выпускников в соответствии со штатным расписанием питомника. 3. Привлечение научных и учебных заведений для проведения НИР по организации семенной базы и совершенствованию технологий выращивания декоративных растений в питомнике.
Производственные организации по благоустройству и озеленению	1. Приобретение в СЛП прошедших общественную экспертизу и рекомендованных к практическому воплощению лучших проектов озеленения с последующей их реализацией в натуре. 2. Приобретение семенного и посадочного материала в декоративном питомнике для целей озеленения. 3. Проведение работ по благоустройству, озеленению и уходу за городскими насаждениями. 4. Трудоустройство выпускников вузов и сельскохозяйственного техникума.

В соответствии с разработанной структурой системы озеленения администрации МО ГО «Сыктывкар» в ближайшее время необходимо:

1. Привлечь специалистов научных учреждений и вузов города к разработке концепции озеленения г. Сыктывкара на перспективу с учетом последних достижений в области ландшафтной архитектуры.

2. Начать работу по организации и проведению инвентаризации городских насаждений с целью оценки состояния насаждений и составления плана мероприятий по уборке зависши и опасных деревьев и расчета ежегодной потребности в посадочном материале.

3. Принять участие в организации декоративного питомника для целей озеленения г. Сыктывкара.

4. Возродить специализированную организацию по благоустройству и озеленению города.

5. Наладить в целом систему озеленения столицы Республики Коми.

При своевременном и успешном решении поставленных задач проблема коренного улучшения зеленого наряда столицы Республики Коми получит положительный импульс, а заявленная на федеральном уровне официальная программа формирования комфортной городской среды начнет свою действительную реализацию в Сыктывкаре.

Библиографический список

1. Мартынов, Л. Г. Проблемы озеленения города Сыктывкара в Республике Коми [Текст] / Л. Г. Мартынов, Л. А. Скупченко, А. В. Вокуева // Науч.-практ. журн. «Вестник ИРГСХА». Вып. 44. — Иркутск, 2011. — С. 55—63. — (По мат. Всерос. науч.-практ. конф. с междунар. участием «Проблемы озеленения городов Сибири и сопредельных территорий» 18—20 августа 2011 г. Ч. V).

2. Романов, Г. Г. К вопросу создания декоративного питомника для целей озеленения г. Сыктывкара [Текст] / Г. Г. Романов, А. С. Воловецкая // Приоритетные направления развития науки и технологий : доклады XXV междунар. науч.-практ. конф. ; под общ. ред. В. М. Панарина. — Тула : Инновационные технологии, 2019. — С. 24—28.

3. ГОСТ 28329-89. Озеленение городов. Термины и определения [Текст]. — Дата введения 1991-01-01. — Москва : Изд-во стандартов, 1990.
4. Декоративное растениеводство. Древодводство [Текст] : учебник для студ. высш. учеб. заведений / Т. А. Соколова. — Москва : Академия, 2004. — 352 с.
5. Лесной план Республики Коми [Текст]. Кн. 1. — Сыктывкар : Комитет лесов Республики Коми. — Сыктывкар, 2008. — 332 с.
6. Садовский, В. Н. Системный подход и общая теория систем: статус, основные проблемы и перспективы развития // Системные исследования. Методологические проблемы. Ежегодник. — Москва, 1979. — С. 36.
7. Кузнецов, В. Г. Философия [Текст] : учебник / В. Г. Кузнецов, И. Д. Кузнецова, В. В. Миронов, К. Х. Момджян. — Москва : ИНФРА-М, 2008. — 519 с.
8. Волкова, Г. Итоги интродукции: декоративные растения / Г. Волкова, Н. Моторина, М. Рябинина [и др.] // Вестник Института биологии Коми НЦ УрО РАН. — 2011. — № 6. — С. 2—17.
9. Мартынов, Л. Г. Цветение и плодоношение древесных растений, интродуцированных в условиях таежной зоны (на примере Ботанического сада Института биологии Коми научного центра) // Изв. Коми научного центра Уральского отделения Российской академии наук. — 2019. — № 1 (37). — С. 56—63.

УДК 712.01

В статье рассмотрена возможность расширения зеленого каркаса г. Сыктывкара за счет развития локальных зеленых зон. В связи с указанной проблемой была поставлена тема создания проекта по озеленению и благоустройству территории промышленного предприятия на примере ООО «Лузалес». Для достижения цели была разработана рациональная архитектурно-ландшафтная структура территории, которая предусматривала создание функциональных зон, разработку дорожно-тропиночной сети для удобного передвижения пешеходов к необходимым структурным элементам и подбор цветочно-декоративных растений с учетом природно-климатических условий. Также на территории была создана оптимальная санитарно-гигиеническая среда путем разработки тропы здоровья, для которой были выбраны аборигенные виды и устойчивые интродуценты, обладающие фитонцидными и декоративными свойствами. Благоустройство тропы предусматривает создание мест отдыха и малых архитектурных форм. Таким образом, эти территории способны повысить эстетические и санитарно-гигиенические характеристики городской среды, создать условия для комфортного пребывания человека на рабочем месте, придать стиль и имидж предприятию.

Ключевые слова: озеленение, благоустройство, архитектурно-ландшафтная структура территории, городская среда.

П. И. Чувьюрова,

3 курс направления подготовки
«Ландшафтная архитектура»;

Е. И. Паршина,

кандидат биологических наук, доцент
(Сыктывкарский лесной институт)

ОЗЕЛЕНЕНИЕ И БЛАГОУСТРОЙСТВО ТЕРРИТОРИИ ПРОМЫШЛЕННОГО ПРЕДПРИЯТИЯ НА ПРИМЕРЕ ООО «ЛУЗАЛЕС»

Проблема восстановления, обновления, развития и расширения озелененных территорий является актуальной в современный период. Градостроительными нормами предусмотрен определенный состав элементов системы озеленения территорий города, среди них основу составляют озелененные территории общего пользования. Однако за пределами внимания остаются территории ограниченного и специального назначения [1]. По нашему мнению, именно эти территории в условиях ограниченной возможности расширения площади озелененных территорий являются перспективными. В связи с этим возникает необходимость поиска путей совершенствования таких территорий, включая возможность их превращения в ландшафтно-обустроенные городские пространства.

Цель: разработка проекта архитектурно-ландшафтной организации территории ООО «Лузалес» с целью улучшения санитарно-гигиенических условий и создания комфортной эстетически-выразительной среды производственной деятельности.

Задачи:

1) разработка рациональной архитектурно-ландшафтной структуры территории административного задания;

2) создание на этой территории оптимальной санитарно-гигиенической среды, способствующей повышению производительности и комфортности труда, улучшению здоровья трудящихся, повышение имиджа предприятия.

При выполнении цели решающую роль должны играть методы и принципы ландшафтной архитектуры: проектирование озеленения должно основываться на комплексном анализе территории, учете региональных природных особенностей, социально-психологических и производственно-технологических факторов и осуществляться в соответствии с общим функционально-планировочным и композиционно-пространственным решением территории, комплексом мероприятий, обеспечивающих повышение функциональной эффективности и эстетической выразительности территории.

Проект находится на стадии разработки и выполняется по заказу лесозаготовительного предприятия ООО «Лузалес». В качестве озеленения и благоустройства выделена территория вокруг административного здания. В зависимости от расположения парковочных мест, было решено сделать два варианта компоновки объектов. В первом случае парковки расположены с северо-восточной и юго-западной сторон от административного здания, а во втором — с юго-восточной и с северо-восточной сторон. В обоих вариантах размещения предусмотрено 69 парковочных мест. В соответствии с федеральным законом от 24.11.1995 № 181-ФЗ (ред. от 01.06.2017) «О социальной защите инвалидов в Российской Федерации», должны быть рассчитаны парковочные места для людей с ограниченными возможностями. Общее количество таких мест должно быть не менее 10 % от общего количества [3]. Следовательно, для предприятия ООО «Лузалес» понадобится 7 мест. При входе в административное здание так же предусмотрены пандусы.

При формировании комфортной среды территория проектируемого объекта была разделена на три функциональные зоны.

Первая зона — информационная, на которой предполагается размещение информации о предприятии в виде щитов. Размещение информации обусловлено расположением зоны — при входе на территорию административного здания. Участок со щитами находится на газоне и в местах, примыкающих к дорожкам, высажена живая изгородь пузыреплодника калинолистного (*Physocarpus opulifolius*). Данный кустарник является крайне неприхотливым, но в то же время с декоративной шаровидной кроной, поэтому было решено сформировать живую изгородь и по периметру парковок, которые располагаются спереди и сзади от административного здания.

Вторая зона — входная, для которой был выбран регулярный принцип построения. При входе на территорию спроектирована копия эмблемы предприятия, выполненная из инертных материалов (окрашенный гравий, песок) и газона.

Территория композиционно связана с осью, образуемой основными направлениями движения рабочих. Цветочное оформление представлено рабат-

ками по краям дорожек, причем цветное решение соответствует эмблеме предприятия — это позволит создать гармонию композиции.

Центральные рабатки имеют сине-голубую окраску, что символизирует воду. Для создания были выбраны цветочно-декоративные растения, которые соответствуют природно-климатическим условиям, а именно: лобелия эринус (*Lobelia erinus*), петуния гибридная (*Petunia hybrida Sky Blue*) и агератум мексиканский (*Ageratum houstonianum*).

Рабатки, расположенные по краям территории, имеют желтую окраску, что символизирует солнце. Ее образуют такие культуры, как бархатцы прямостоячие (*Tagetes erecta*), цинния изящная (*Zinnia elegans*) и газания длиннострелковая (*Gazania longiscapa*).

В качестве окаймления парадной зоны выбраны кустарники спирея грифшейм (*Spiraea cinerea*) и спирея японская (*Spiraea japonica*), а в центральных частях, образованных дорожками площадок, высажена сосна сибирская кедровая (*Pinus sibirica*). Композиционный центр входной зоны — это фонтан, расположенный в центре, напротив главного входа. Он выполнен из аналогичных материалов, что и фасад здания, а именно: дерево, стеклянные и облицовочные панели кремового оттенка.

Третья зона — это зона отдыха, именуемая как «Тропа здорового работника», расположена слева от административного здания. Лесной воздух является одним из мощнейших средств оздоровления человеческого организма, а наиболее богат фитонцидами воздух хвойного леса. Учитывая это, для создания тропы здоровья были выбраны аборигенные виды и устойчивые интродуценты, а именно хвойные растения, а также в качестве дополнительного ассортимента лиственные, которые обладают сильными фитонцидными свойствами и декоративностью. Деревья будут образовывать растительные группы, создавая разный колорит в течение года. Между деревьями планируется обустроить извилистую дорожку из брусчатки и лавочки.

По характеру растительности тропу здоровья можно разделить на шесть зон:

1) тропы начинается с посадки лиственницы сибирской (*Larix sibirica*) и рябины обыкновенной (*Sorbus aucuparia*);

2) посадки сосны сибирской кедровой (*Pinus sibirica*) и калины красной (*Viburnum opulus*);

3) посадки ели обыкновенной (*Picea abies*) и сирени венгерской (*Syringa josikaea*);

4) посадки сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris*) и липы мелколистной (*Tilia cordata*);

5) посадки пихты европейской (*Abies alba*) и сирени венгерской (*Syringa josikaea*);

6) тропы заканчивается посадками сосны веймутова (*Pinus strobus*) и черемухой обыкновенной (*Prunus padus*).

Все выбранные древесные растения оказывают положительное влияние на организм человека. Так, фитонциды пихты, кедра сибирского и ели оказывают стимулирующее влияние на нервную, сердечно-сосудистую и другие системы, влияют на динамику мозгового кровообращения, состояние печени, бактерицид-

ную активность кожи и стимулируют обменные процессы. Фитонциды липы расширяют бронхи, стимулируют работу дыхательной системы, снимают головную боль, сирень стимулирует сердечно-сосудистую систему.

Тропа здоровья при среднем темпе ходьбы займет 6 минут, но благодаря круговой планировке время можно увеличить в два раза. Так же по центру проходит аллея, а значит, направление движения и маршрут можно менять по мере необходимости.

Для морального отдыха на тропе предполагается установить пять малых архитектурных форм. Все они будут отражать наглядно русско-народные поговорки в шуточной манере, связанные с работой, такие как «У работающего в руках дело огнем горит», «Работа не волк, в лес не убежит», «Дело мастера боится», «Глаза глядят, а руки делают», «Работу с плеч, да и на печь».

Современное общество все больше предъявляет требований к комфортной, художественно-выразительной окружающей среде. Решить эту задачу можно не только за счет скоординированного планирования и развития озелененных территорий общего пользования, но и развития локальных зеленых зон. В качестве таких резервов необходимо рассматривать практически забытую систему озеленения территорий ограниченного назначения. Именно эти территории способны повысить эстетические и санитарно-гигиенические характеристики городской среды, создать условия для комфортного пребывания человека на рабочем месте, придать стиль и имидж предприятию.

Библиографический список

1. Огородова, М. В. Повышение производительности труда на промышленных предприятиях на основе здоровьесбережения [Текст] : дис. ... канд. экон. наук : 08.00.05 / М. В. Огородова. — Нижний Новгород : Волож. гос. инж.-педагог. академия, 2005. — 194 с.
2. Карпович, Ю. В. Влияние экологии рабочего пространства на устойчивое развитие через здоровьесбережение персонала предприятия [Электронный ресурс] / Ю. В. Карпович, Т. В. Лепехина // Вестник Волгоградского государственного университета. — 2017. — № 1 (38). — Режим доступа: <https://ges.jvolsu.com/index.php/ru/> (дата обращения: 15.03.2019).
3. Федеральный закон от 24.11.1995 № 181-ФЗ «О социальной защите инвалидов в Российской Федерации» [Электронный ресурс]. — С изм. и доп., вступ. в силу 2019-01-01 // СПС «КонсультантПлюс» (дата обращения: 30.03.2019).

НАПРАВЛЕНИЕ «ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЕ ОТРАСЛЕЙ НАРОДНОГО ХОЗЯЙСТВА»

УДК 621.311:004.8

Рассмотрено решение задачи по определению топологии сети в переходном режиме на основе искусственных нейронных сетей. В качестве входных данных использовались измерения от устройств синхронизированных векторных измерений. Экспериментальные расчеты проведены на тестовой 14-узловой схеме электрической сети.

Ключевые слова: топология электрической сети, искусственные нейронные сети, векторные измерения, переходные процессы, устройства синхронизированных векторных измерений, зашумление измерений.

Н. Э. Готман,
старший преподаватель;
Г. П. Шумилова,
кандидат технических наук, доцент
(Сыктывкарский лесной институт)

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТОПОЛОГИИ СЕТИ ПО ИЗМЕНЕНИЮ ВЕКТОРНЫХ ИЗМЕРЕНИЙ В ПЕРЕХОДНЫХ ПРОЦЕССАХ, СВЯЗАННЫХ С ОТКЛЮЧЕНИЕМ ЛИНИИ

Достоверная информация об изменении топологии электрической сети необходима для управления электроэнергетической системы в реальном времени. Топология электрической сети определяется по информации телесигналов о положениях выключателей и разъединителей (разомкнут/замкнут), которая поступает по каналам телемеханики на удаленные центры диспетчерского управления. В результате воздействия помех телесигналы могут быть искажены, что приводит к ошибкам в определении соединений компонентов сети. Сами датчики, передающие и принимающие информацию, могут быть неисправны по причине нормальных сбоев оборудования или из-за кибератак.

Автоматизированные системы мониторинга переходных режимов WAMS (Wide Area Measurement Systems) на основе устройств синхронизированных векторных измерений (УСВИ) [1] позволяют реализовать новые алгоритмы определения топологии электрической сети. УСВИ имеют возможность записывать быстрые переходные процессы с высокой точностью, обеспечивая синхронизированные измерения векторов тока и напряжения с высокой частотой дискретизации в различных географически удаленных точках электрической сети, в результате чего появляется возможность использования больших объемов данных для решения задачи классификации нарушений в энергосистеме.

В работах [2, 3, 4] определение топологии сети было выполнено с использованием искусственных нейронных сетей (ИНС), где в качестве входных переменных использовались модуль и фаза вектора напряжения в узлах размеще-

ния УСВИ и перетоки активной и реактивной мощностей на конце линий около узла размещения в установившемся режиме.

В данной работе предлагается определять топологию электрической сети в переходном режиме и использовать для этого значения изменений векторных измерений от УСВИ через определенный интервал времени в начале переходного процесса. Экспериментальные исследования проводились на 14-узловой тестовой схеме.

Экспериментальные исследования. Из различных типов ИНС для решения поставленной задачи был применен трехслойный персептрон (рис. 1), во входном слое которого количество нейронов $NI = 27$ (входными данными являются фазы напряжения в узлах расстановки УСВИ и модули токов в ветвях, инцидентных узлам расстановки УСВИ), в выходном слое $NK = 15$ (соответствует рассматриваемому количеству отключаемых линий в тестовой схеме). Количество нейронов в скрытом слое определялось для каждого теста по минимальной погрешности идентификации.

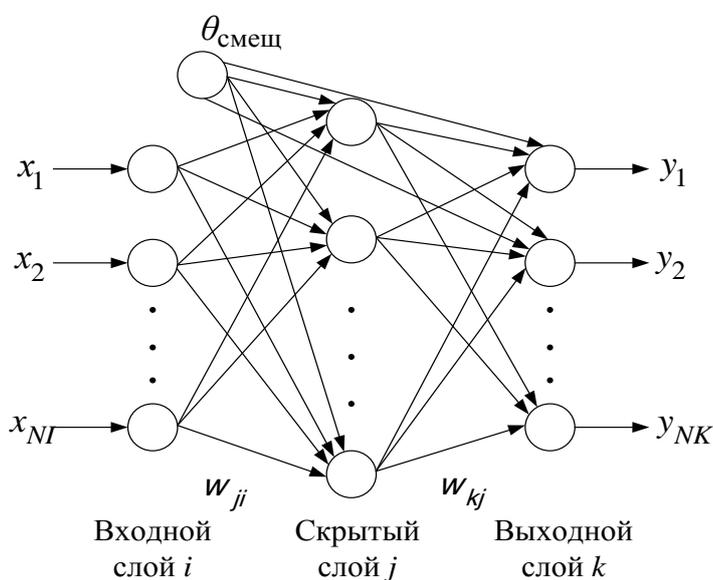


Рис. 1. Структура искусственной нейронной сети, используемой для идентификации топологии электрической сети

Для получения базы данных расчеты проводились с использованием программно-вычислительного комплекса (ПВК) «RastrWin 3» (v 1.80.0.1485), в состав которого входит программный модуль «RUSTab», предназначенный для расчета электромеханических переходных процессов. В ПВК «RastrWin 3» была воспроизведена 14-узловая схема электрической сети «IEEE 14 Bus Test Case» на основе данных о параметрах сети и генераторов из ПВК «DigSILENT PowerFactory» (рис. 2).

На рис. 2 показано размещение УСВИ, полученное как результат оптимальной расстановки УСВИ по критерию минимума числа устройств [5], обеспечивающих топологическую наблюдаемость ЭЭС и измерение токов в каждой ветви. В состав измерений входят семь векторных измерений напряжений в узлах установки 2, 4, 5, 6, 9, 11 и 13, а также 20 векторных измерений токов в ветвях сети. Наблюдаемость узла 8 обеспечивается за счет нулевой инъекции транзитного узла 7.

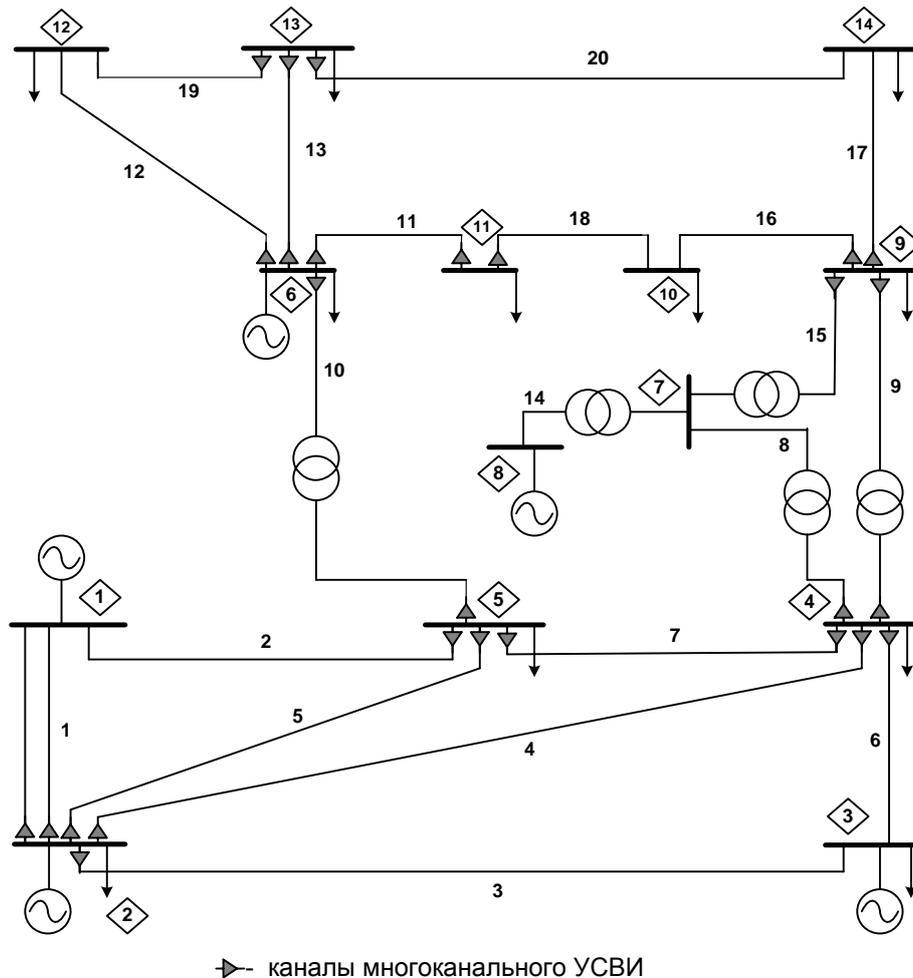


Рис. 2. 14-узловая тестовая схема «IEEE 14 Bus Test Case»

Экспериментальные исследования проводились по двум сценариям. В первом произведено только отключение линии, во втором — отключение линии и через три секунды ее включение устройством автоматического повторного включения (АПВ).

Для первого сценария рассчитаны 700 режимов путем изменения нагрузки во всех нагрузочных узлах в диапазоне от 20 до 120 % от базового уровня и добавления к полученным значениям случайной величины, составляющей от 0 до 20 % величины базовой нагрузки в узле. Для каждого режима проведены расчеты переходных процессов, связанных с отключением одной из линий, отключения трансформаторов при этом не рассматривались. Таким образом, получено 10500 образцов (15 аварийных ситуаций для 700 режимов), из которых 4500 образцов использовались для обучения и 6000 образцов для тестирования ИНС.

В качестве входных параметров для идентификации топологии использовались фазы напряжения в узлах расстановки УСВИ и модули токов в ветвях, инцидентных узлам расстановки УСВИ. Значения измерений были получены расчетами на ПК «RastrWin 3» с добавлением случайным образом шума.

Чтобы определить влияние шума на результаты идентификации, по первому сценарию рассмотрены два случая зашумления измерений: а) изменение фазы напряжения на $\pm 0,5^\circ$ и модуля тока на 0,5 % и б) изменение фазы напряже-

ния на $\pm 2,5^\circ$ и модуля тока на 2,5 %. Для каждого случая зашумления рассмотрены два варианта расчетов с применением ИНС. В первом в качестве входных параметров использовались зашумленные значения 27 параметров, во втором разность между значением параметра до отключения линии и значением через 0,1с с момента отключения одной из линий. Результаты тестирования представлены в табл. 1.

Таблица 1. Результаты тестирования нейросетевой модели определения топологии электрической сети

Входные параметры	Зашумление а)		Зашумление б)	
	количество неверно классифицированных образцов	относительная погрешность, %	количество неверно классифицированных образцов	относительная погрешность, %
Значения фазы напряжения и модуля токов	35	0,583	43	0,717
Разность значений фазы напряжения и модуля тока через 0,1 с	9	0,15	11	0,183

В табл. 2 приведены результаты и значения отдельных входных параметров для случая отключения 7-й линии, соединяющей узлы 4 и 5. На значения накладывались шумы с пределом $2,5^\circ$ для фазы напряжения и 2,5 % для модулей токов. В случае использования самих измерений и в случае использования изменения измерений ИНС верно определила отключенную линию.

Таблица 2. Пример данных и результатов тестирования образца с зашумлением б)

Режим	Угол U_4	Угол U_5	...	Модуль тока I_{2-4}	Модуль тока I_{2-5}	Модуль тока I_{4-5}	...	Решение ИНС
Установив. режим (действительные значения)	-10,340	-8.812		235.931	175.409	268.670		Не рассматривалось
Установив. режим (с зашумлением)	-10,52	-8.902		238.431	176. 779	270.690		Не рассматривалось
0,1 с после отключения линии 7 (действ. значения)	-13.837	-6.456		360.551	67.758	0.0000		Не рассматривалось
0,1 с после отключения линии 7 (значения с зашумлением)	-13.947	-6.476		366.422	68.788	0.357		Отключена 7 линия
Изменение измерения (без зашумления)	3.497	-2.356		-124.62	107.651	268.670		Не рассматривалось
Изменение измерения (с зашумлением)	3.427	-2.426		-127.99	107.991	270.333		Отключена 7 линия

Графики изменения углов напряжения представлены на рис. 3, где угол U_2 — угол напряжения в узле 2, углы $U_4...U_{13}$ — углы напряжения в узлах 4...13. Гра-

фики изменения модулей токов по трем линиям (№ 4, 5 и 7) — на рис. 4. Вертикальная черта на обоих рисунках — маркер события — показывает начало переходного процесса после отключения линии.

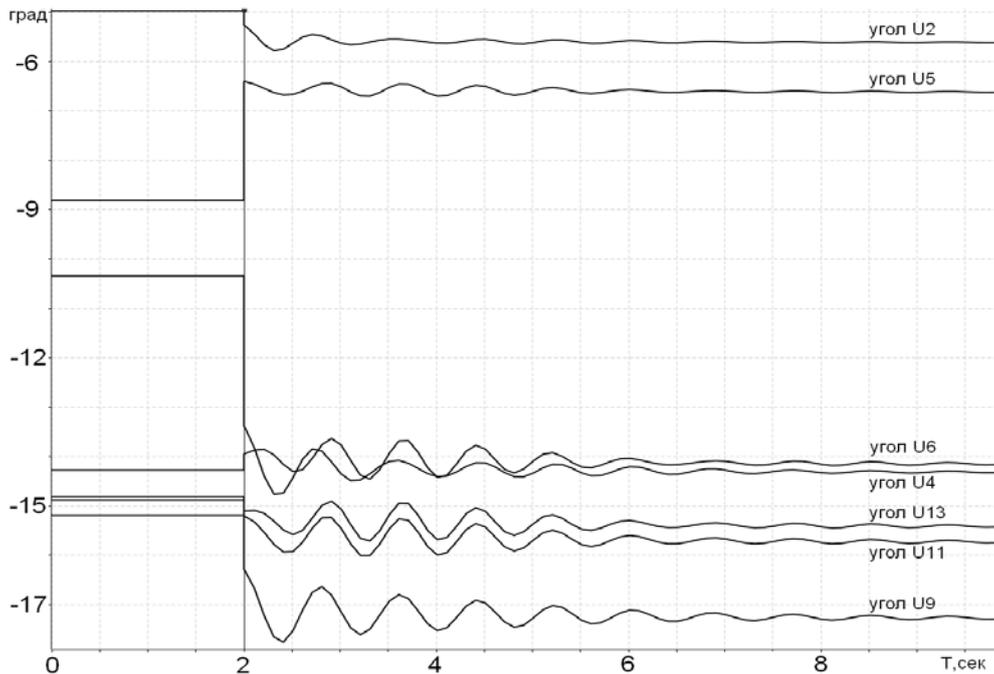


Рис. 3. Графики изменения углов напряжения в узлах размещения УСВИ в переходном режиме

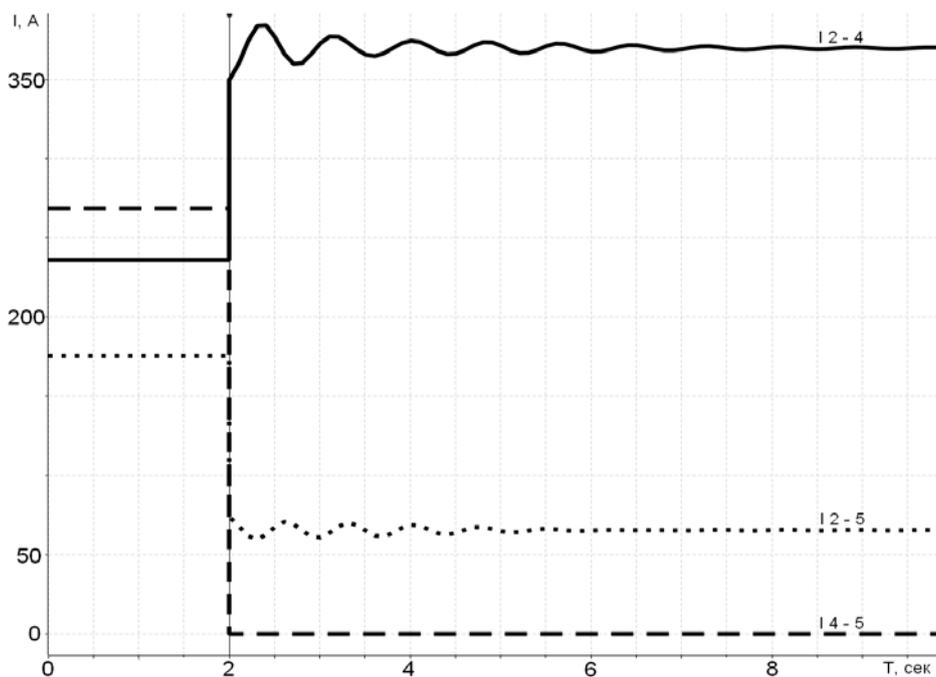


Рис. 4. Графики изменения модулей токов по трем ветвям в переходном режиме

Для второго сценария рассчитаны 500 режимов путем изменения нагрузки во всех нагрузочных узлах в диапазоне от 70 до 150 % от базового уровня и добавления к полученным значениям случайной величины, составляющей от 0 до 20 % величины базовой нагрузки в узле. Для каждого режима проведены расче-

ты переходных процессов, связанных с отключением одной из линий (отключения трансформаторов при этом не рассматривались) и включением ее через 3 с устройством АПВ. Было получено 15000 образцов (15 аварийных ситуаций для 500 режимов, причем каждой ситуации соответствуют два образца, один связан с отключением линии, другой с ее включением после срабатывания АПВ), из которых 6000 образцов использовались для обучения ИНС и 9000 образцов для тестирования. В качестве данных для ИНС использовались изменения фазы напряжения и изменения модулей токов через 0,1 с.

По второму сценарию рассмотрены шесть случаев зашумления изменения измерений: фазы напряжения на $\pm 0,5^\circ$ и модуля тока на 0,5 %; фазы напряжения на $\pm 2,5^\circ$ и модуля тока на 2,5 %; фазы напряжения на $\pm 5^\circ$ и модуля тока на 5 % и эти же случаи зашумления с грубой 10 %-й ошибкой для одного случайно выбранного измерения. Результаты тестирования представлены в табл. 2.

Таблица 2. Результаты испытаний нейросетевой модели определения топологии электрической сети при отключении линии и включении ее устройством АПВ

Зашумление изменения измерений	Количество неверно классифицированных из 9000 образцов	Относительная погрешность, %
Фазы напряжения на $\pm 0,5^\circ$, модуля тока на 0,5 %	0	0
Фазы напряжения на $\pm 2,5^\circ$, модуля тока на 2,5 %	7	0,08
Фазы напряжения на $\pm 5^\circ$, модуля тока на 5 %	47	0,52
Фазы напряжения на $\pm 0,5^\circ$, модуля тока на 0,5 % и грубая 10 %-я ошибка для одного случайного изменения измерений	53	0,59
Фазы напряжения на $\pm 2,5^\circ$, модуля тока на 2,5 % и грубая 10 %-я ошибка для одного случайного изменения измерений	58	0,64
Фазы напряжения на $\pm 5^\circ$, модуля тока на 5 % и грубая 10 %-я ошибка для одного случайного изменения измерений	53	0,59

Экспериментальные исследования показали, что изменение топологии сети вследствие отключения или включения линии может быть определено уже в начале переходного процесса с погрешностью не более 0,52 %. При наличии грубой (10 %) ошибки в измерениях точность метода уменьшается, но при этом находится в допустимых пределах (погрешность не более 1 %).

Полученные результаты также показали, что независимо от того, по какой причине происходит изменение топологии (отключение/включение линии), может быть использована одна и та же ИНС, реагирующая на изменения фаз напряжения и модулей тока, полученных от УСВИ.

Библиографический список

1. Aminifar, F. Synchronphasor measurement technology in power systems [Text] / F. Aminifar, F. [et al.] // Panorama and state-of-the-art. — vol. 2. — 2014. — P. 1607—1628.
2. 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 // Актуальные проблемы надежности систем энергетики / отв. ред. Н. И. Воропай, М. А. Короткевич, А. А. Михалевич. — Минск : БНТУ, 2015. — Вып. 66. — С. 251—257.
3. Шумилова, Г. П. Определение топологии электрической сети при делении ее на участки с привязкой к устройствам РМУ [Текст] / Г. П. Шумилова, Н. Э. Готман, Т. Б. Старцева // Методические вопросы исследования надежности больших систем энергетики // Проблемы надежности систем энергетики / отв. ред. Н.И. Воропай, Ю.Я. Чукарев. — Сыктывкар: Издательство ООО «Коми республиканская типография». — 2016. — Вып. 67. — С. 250—255.
4. Готман, Н. Э. Определение топологии электрической сети с использованием синхронизированных векторных измерений [Текст] / Н. Э. Готман, Г. П. Шумилова, Т. Б. Старцева // Актуальные проблемы, направления и механизмы развития производительных сил Севера — 2016 : матер. V Всеросс. науч. семинара (21—23 сентября 2016 г., Сыктывкар) : в 2 ч. — Сыктывкар : Коми респ. тип., 2016. — Ч. II. — С. 115—123.
5. 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. Надежность либерализованных систем энергетики / отв. ред. Н. И. Воропай, А. Н. Назарычев. — Иркутск : ИСЭМ СО РАН, 2015. — Вып. 65. — С. 591—601.

УДК 658.514

В статье рассматривается совершенствование системы управления при выполнении электромонтажных работ. Предложена методика постановки цели в формате SMART при монтаже электрооборудования.

Ключевые слова: электромонтаж, SMART, система менеджмента качества.

В. Н. Чехонин,

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

ЦЕЛЕПОЛОГАНИЕ В ФОРМАТЕ SMART ПРИ МОНТАЖЕ ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ

Выполнение монтажа электрического оборудования, как правило, осуществляется с применением проекта производства работ (далее — ППР) и наряда-допуска [5]. Указанные документы отвечают всем требованиям нормативных документов, дополняют друг друга, но имеют ряд недостатков. Поставленные задачи для производителей работ имеют локальный характер и формально не соотносятся с задачами высокого уровня, например проектом или другими целями компании. Отсюда сформирована цель исследования темы — повысить эффективность деятельности рабочего при производстве монтажа электрического оборудования (далее — электромонтажных работ). Определена центральная задача для достижения цели — исследовать существующие документы, регламентирующие выполнение электромонтажных работ, соотнести их с эффективными методиками менеджмента.

В процессе исследования проблемы применена методика анализа существующих практики выполнения электромонтажных работ. Осуществлен синтез существующих документов, регламентирующих выполнение электромонтажных работ с эффективными методиками менеджмента и стандартов системы менеджмента качества.

В результате исследования проблемы выполнения электромонтажных работ и технических документов установлено следующее.

ППР — письменный документ определяющий технологию производства электромонтажных работ и утверждается техническим руководителем организации. ППР содержит:

- ссылку на проект;
- содержание работ;
- место выполнения работ;
- перечисление требуемых нормативных документов;
- требования к качественному и количественному составу бригады;
- перечень необходимых механизмов, оборудования и материалов;
- мероприятия по технике безопасности и охране труда;

– технические мероприятия, обеспечивающие безопасность работ; порядок выполнения работ.

Наряд-допуск — документ регламентирующий выполнение работ в действующих электроустановках в соответствии с формой, приведенной в Правилах по охране труда при эксплуатации электроустановок, зарегистрированных в Минюсте России [4].

Наряд-допуск содержит:

– указания по назначению ответственных за выполнение работ, состав бригады;

– место выполнения работ;

– дату, время начала и окончания работ;

– технические мероприятия для подготовки рабочих мест;

– регистрацию целевых инструктажей;

– регистрацию ежедневного допуска к работе и время ее окончания.

Таким образом, ППР и наряд-допуск имеют как схожее содержание, так и принципиальные различия:

– ППР утверждается руководителем организации и фактически имеет произвольную форму либо форму, указанную в стандартах организаций;

– содержание ППР может различаться и не соответствовать перечисленному выше;

– наряд-допуск имеет установленную форму и содержание;

– наряд-допуск утверждается Министерством труда и социальной защиты Российской Федерации, регистрируется Минюстом России;

– ППР не содержит указаний по времени начала и окончания работ;

– в наряде-допуске нет ссылки на цель более высокого уровня — проект, в рамках которого выполняется работа.

В результате исследования эффективных методик менеджмента на производстве установлено следующее.

Основное положение международного стандарта менеджмента качества (далее — СМК) ISO 9001 — вовлеченность всего персонала. Вовлечение персонала — значит привить работникам «СМК мышление» и «СМК действие» по всей вертикали: от рабочих и рядовых специалистов до топ-менеджеров [1].

Чаще всего в практике внедрение системы являет собой декларативный характер либо принимается только на уровне высшего руководства и их заместителей. Указанный факт нарушает главный принцип СМК о вовлеченности всего персонала и отсюда происходит сбой всего процесса.

Процессный подход, как принцип работы СМК, являет собой схему, состоящую из общего процесса, определенного миссией компании. Процесс, как правило, содержит подпроцессы (структурные подразделения, задачи), которые, в свою очередь, содержат процедуры. Процедура — установленная последовательность реализации подпроцесса. Процедуры подлежат формализации и имеют одного владельца.

Таким образом, каждый владелец процедуры (рабочий, специалист) должен понимать свою персональную роль во всем процессе компании. Ответ на вопрос работнику «Чему соответствует задача?» должен звучать примерно так:

«В рамках реализации процедуры "техническое обслуживание" подпроцесса "обеспечение функционирования", входящие в процесс "управление производственными активами"» [8].

Кроме того, существует международный стандарт ISO 9004-2015 и идентичный ему Национальный стандарт ГОСТ Р ИСО 9004-2015, где идет речь об управлении ресурсами организации, в том числе человеческими, с использованием процессного подхода в управлении. Указанный стандарт гласит: «Руководитель обеспечивает достижение целей организации» [3].

Для достижения целей организации Питером Друкером в 1954 г. в книге «The Practice of Management» предложен подход управления по целям [9].

Управление по целям заключается в совместном процессе постановки целей и задач. Если сотрудники сами вовлекаются в процесс постановки целей и задач, необходимых для их достижения, то они более мотивированы на выполнение их обязанностей [7].

Цели должны отвечать условиям SMART:

- специфичными для подразделения или конкретного работника (англ. *specific*);
- измеримыми (англ. *measurable*);
- достижимыми и реалистичными (англ. *achievable*);
- согласованными со стратегией и другими целями более высокого уровня, проектом, уместные (англ. *relevant*);
- установленными сроками выполнения (англ. *time-based*).

На основании проведенного анализа предлагается переход от функционального управления, присутствующего в организационных технических документах, к парадигме процессного подхода, где цели, поставленные работнику, должны соотноситься с задачами организации и (или) конкретного проекта в формате SMART.

Цель в формате SMART может быть поставлена в ППП, рабочих программах по монтажу и техническому обслуживанию устройств РЗА. Для прописывания цели по технике SMART предлагается следующая методика и табличная форма с примером.

Методика постановки цели в формате SMART:

S. (Specific). Цели должны быть предельно конкретны, лаконичны и понятны. Все люди, вовлеченные в процесс их достижения, должны понимать, в чем они состоят. Конкретика означает, что результатом формулировки цели является вопрос «Что сделать?». Варианты: «Чего добиться? Где? Когда? С кем? В каком объеме? и т. д. В постановке цели не должно быть слов, не несущих смысловой нагрузки (оптимальный, достойный и т. п.), никаких расплывчатых и двусмысленных формулировок. Формулировку цели следует начинать с глагола, например: «Выполнить».

M. (Measurable). Цели должны быть измеримы, чтобы можно было узнать, что они достигнуты. Как узнать, что цель достигнута? И в какой степени она достигнута? Если речь идет о количественной измеримости, нужно оперировать цифрами, если о качественной — к формулировке цели стоит приложить задание.

A. (Achievable). Цели должны быть достижимы — не завышены, но и не занижены. В этом пункте важно учесть профессиональные и личностные каче-

ства, при этом можно себе поставить достаточно высокую «планку» и ориентироваться на напряженный ритм работы.

R. (Relevant). Цели должны быть релевантны, Согласованы с целями более высокого порядка. Ориентированы на результат, а не на процесс.

T. (Time). Для каждой цели должны быть определены временные рамки. Требуется определить срок как для конечного, так и для промежуточных результатов. Важно указать крайний срок ее исполнения. Даже если цель масштабна и трудно указать дату, то в любом случае она должна соотноситься с определенным сроком.

В таблице «Прописывание цели по технике SMART» записывается начальная формулировка цели. Далее по каждому критерию SMART по вопросам уточнения записываются ответы. Итоговая формулировка цели формируется из графы «Ответ». Ответ на вопрос по критерию «Достижимость» может не прописываться в итоговой формулировке, но он важен для оценки возможностей и управления рисками [6].

Прописывание цели по технике SMART

Начальная формулировка цели: (прописать ниже начальную цель)		
Смонтировать трансформатор на строительной площадке тепличного комплекса		
Критерий	Вопрос для уточнения	Ответ
Конкретность S. (Specific)	Что конкретно нужно выполнить? Кто будет участвовать в выполнении цели? За счет чего планируется делать, какие ресурсы?	Выполнить монтаж трансформатора на строительной площадке тепличного комплекса. Состав бригады материалы и механизмы указаны в содержании ППР
Измеримость M. (Measurable)	Как вы поймете, что цель достигнута? Какие результаты станут критерием достижения цели?	Подписанный Акт выполненных работ
Достижимость A. (Achievable)	Не слишком ли это легкая цель для вас или подразделения? Не слишком ли сложная? Есть ли у вас примеры достижения подобного результата?	Монтаж трансформатора выполнялся в предыдущем Проекте электроснабжения форелевого хозяйства
Согласованность R. (Relevant)	Соответствует ли данная цель проекту. Соответствует ли данная цель общим целям компаний? Не противоречит ли эта цель другим целям и задачам вашего отдела и сотрудников?	Монтаж трансформатора выполняется в рамках проекта электроснабжения тепличного комплекса
Ограничена во времени T. (Time)	К какому сроку планируется достичь результата? Сколько нужно времени для выполнения этой цели?	Завершить монтаж к 01.08.2019
Итоговая формулировка цели		
Выполнить монтаж трансформатора на строительной площадке Проекта электроснабжения тепличного комплекса, указанными в содержании ППР составом бригады, материалами, механизмами и в соответствии с другими условиями с получением подписанного Акта выполненных работ до 01.08.2019.		

Выводы. В результате исследования проблемы повышения эффективности деятельности рабочего при монтаже электрического оборудования предложена методика постановки цели в формате SMART. Для удобства пользователей приложена таблица «Прописывание цели по технике SMART».

Методика постановки цели выполняемых работ по технике SMART позволяет повысить эффективность деятельности работников, путем их вовлечения в процесс постановки цели и задач, причастности к целям высокого порядка организации. Методика соответствует стандартам менеджмента качества ISO 9001-2015, ГОСТ Р ИСО 9001-2015 [1], ГОСТ Р ИСО 10018-2014 [2], ГОСТ Р ИСО 9004-2015 [3].

Методика постановки цели в формате SMART при монтаже электрического оборудования рекомендуется к использованию в проектах производства работ (ППР), технологической документации (операционные и технологические карты, технологические инструкции, рабочие программы, в том числе программы работ по техническому обслуживанию устройств релейной защиты и автоматики).

Библиографический список

1. ГОСТ Р ИСО 9001-2015 Системы менеджмента качества. Требования. [Электронный ресурс]. — Введ. 2015-11-01 // СПС «КонсультантПлюс».
2. ГОСТ Р ИСО 10018-2014 Менеджмент качества. Руководящие указания по вовлечению работников и их компетентности. [Электронный ресурс]. — Введ. 2015-03-01 // СПС «КонсультантПлюс».
3. ГОСТ Р ИСО 9004-2010. Менеджмент для достижения устойчивого успеха организации. Подход на основе менеджмента качества. [Электронный ресурс]. — Введ. 2011-06-01 // СПС «КонсультантПлюс».
4. Правила по охране труда при эксплуатации электроустановок [Электронный ресурс] : приказ Минтруда России от 24.07.2013 № 328н : ред. от 15.11.2018 // СПС «КонсультантПлюс».
5. Об утверждении Правил технической эксплуатации электрических станций и сетей Российской Федерации [Электронный ресурс] : приказ Минэнерго России от 19.06.2003 № 229 : ред. от 11.02.2019 // СПС «КонсультантПлюс».
6. Архангельский, Г. Организация времени. От личной эффективности к развитию фирмы [Текст] / Г. Архангельский. — Санкт-Петербург : Питер, 2008. — 432 с.
7. Жакупов, А. SMART 2.0. Как ставить цели, которые работают [Текст] / А. Жакупов. — Москва : Издательские решения, 2016. — 174 с.
8. Паули, В. К. Поведите себя вперед: 25 верных способов перестать быть посредственным руководителем и обеспечить себе профессиональную карьеру [Текст] / В. К. Паули, С. Р. Чарышева. — Москва : ЭКСМО, 2014. — 314 с.
9. Drucker, Peter F. The Practice of Management = Практика менеджмента [Текст] / Peter F. Drucker. — Русскояз. изд. 1954. — Москва : Манн Иванов Фербер, 2015. — 620 с.

УДК 621.311.019.3

В статье представлена общая информация о энергосистеме республики Коми. Проведен анализ существующих математических моделей оценки показателей балансовой надежности как в России, так и в мире. Дается анализ российских и зарубежных показателей балансовой надежности, описываются вопросы информационного обеспечения задачи оценки показателей балансовой надежности электроэнергетических сетей. Приведены результаты расчета показателей балансовой надежности для расчетной схемы энергосистемы республики Коми.

Ключевые слова: ЕЭС России, показатели надежности, электроэнергетическая система, показатели балансовой надежности.

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

ОЦЕНКА СОВРЕМЕННОГО СОСТОЯНИЯ ПОКАЗАТЕЛЕЙ БАЛАНСОВОЙ НАДЕЖНОСТИ КОМИ ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ ПРИ РАБОТЕ В СОСТАВЕ ЕЭС РОССИИ

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. Она функционирует как единый технологический комплекс и должна отвечать требованиям надежности и безопасности.

Территория операционной зоны расположена на площади 416,8 тыс. кв. км с населением 856,8 тыс. человек. На этой территории находятся объекты генерации установленной электрической мощностью 2535,665 МВт. Наиболее крупными из них являются Печорская ГРЭС — АО «Интер РАО — Электрогенерация», Сосногорская ТЭЦ и Воркутинская ТЭЦ-2 — ПАО «Т Плюс», а также ТЭЦ АО «Монди СЛПК», Усинская ТЭЦ и Ярегская ТЭЦ ООО «Лукойл-Коми». В электроэнергетический комплекс Республики Коми входят 25 линий электропередачи класса напряжения 220 кВ общей протяженностью 1964,4 км, 113 линий электропередачи класса напряжения 110 кВ общей протяженностью 4946,8,6,4 км, три транзита 110 кВ и пять транзитов 35 кВ.

По отчетным данным, выработка электроэнергии электростанциями операционной зоны Коми РДУ за 2017 год составила 9,727 млрд кВт · ч, а электропотребление — 9,028 млрд кВт · ч.

Ввиду несовершенства действующего законодательства о техническом регулировании в части установления обязательных технических требований к энергосистеме в целом, Министром энергетики РФ принято решение и дано соответствующее поручение по разработке технологических правил работы электростанций.

троэнергетических систем (ТПР ЭЭС). Проект такого комплексного документа общеобязательного (нормативного) характера был разработан ОАО «СО ЕЭС» и одобрен 16.05.2011 на совместном заседании Научного совета РАН по проблемам надежности и безопасности больших систем энергетики и Научно-технической коллегии НП «НТС ЕЭС».

Вопросам оценки балансовой надежности (БН) в разработанном проекте ТПР ЭЭС уделено достаточное внимание. В соответствии с ними эта оценка на предстоящий планируемый период должна осуществляться ОАО «СО ЕЭС» (в изолированно работающих территориальных энергосистемах — субъектом оперативно-диспетчерского управления) по каждой концентрированной энергосистеме³, территориальной энергосистеме, ОЭС и ЕЭС в целом. Обоснованным является пункт ТПР, касающийся необходимости применения математических моделей для оценки БН ЭЭС. Все это в совокупности требует проведения научно-исследовательских работ по обобщению существующего опыта разработки таких моделей, как отечественных, так и зарубежных, проверки их соответствия реально существующим процессам, учету влияющих на БН факторов, сравнительной вычислительной эффективности и т. д.

Ниже раскрываются некоторые вопросы анализа существующего отечественного и зарубежного модельно-программного обеспечения задачи БН, характеристик используемых показателей БН, информационной обеспеченности задачи БН и представление результатов расчета показателей БН (ПБН) для расчетной схемы ЭЭС Коми. Ставится задача включения оценки БН в процесс долгосрочного планирования электроэнергетических режимов при соответствующем развитии расчетных моделей, методического и информационного обеспечения, пользовательского интерфейса программных средств оценки БН.

Краткая информация о существующих математических моделях оценки БН. Вопросами разработки математических моделей вероятностного исследования надежности многозонных ЭЭС посвящено достаточное количество работ как отечественных, так и зарубежных [1—8]. Ее решение требует формирования теми или иными способами нагрузки отдельных территорий, состояний генерирующей мощности и системообразующих линий электропередачи, вызванных их аварийными отключениями, а также оценки этих состояний на предмет обеспечения потребителей электроэнергией надлежащего качества и в полном объеме. При разработке математических моделей оценки ПБН многозонных ЭЭС применяются либо аналитические методы, либо методы комбинаторного и статистического моделирования.

Модели, основанные на применении аналитических методов, предполагают последовательное преобразование рядов вероятностей избытков и дефицитов мощности с учетом имеющихся запасов пропускной способности системообразующих связей (ПССС) двух соседних территорий (зон) от одной вершины расчетного графа сети к другой. Из разработанных и используемых в свое время в проектной практике моделей, основанных на применении этих методов,

³ Концентрированным называют энергосистему, внутри которой отсутствуют ограничения на передачу мощности по линиям электропередачи из одной зоны в другую.

можно выделить отечественные модели АМОН/Д (ЭНИН) [1] и АМОН/Н (КирНИОЭ) [3] и зарубежные: TRELSS (EPRI), TPLAN (Siemens) и др. [8—10]. Определение ПБН ЭЭС аналитическими методами с одной стороны значительно повышает вычислительную эффективность, с другой ограничены применением только для радиально-магистральных схем ЭЭС.

Модели, основанные на методах статистического моделирования, нашли более широкое применение при оценке ПБН сложных ЭЭС [2, 6, 7, 10]. Определение ПБН может быть организовано на базе анализа как случайных событий (модели «Орион» [6, 7], Янтарь [4], модель ЭНИНа [1], MECORE [10] и др.), так и случайных процессов (модели «Поток» [2], GE MARS, GridView и др. [8, 9]). Основным недостатком, присущим моделям, основанным на применении этих методов, является их невысокая вычислительная эффективность. Однако современное развитие средств вычислительной техники и возможность получения широкого спектра ПБН делают эти модели и заложенные в них методы более предпочтительными.

Анализ программных средств оценки ПБН ЭЭС показывает, что методическая основа (формирование случайных состояний системы и методы их оценки) отечественных и зарубежных модельных разработок в значительной степени совпадает. Эти два блока являются основой разработки методики оценки балансовой надежности при управлении развитием ЭЭС. Конкретное их наполнение, особенно задачи оценки случайного состояния, в зарубежных публикациях практически не раскрывается, хотя именно они определяют ПБН.

Показатели балансовой надежности. В математических моделях необходимо иметь возможность получать такие ПБН, которые могли бы иметь практическое применение в части их использования для принятия решений при планировании развития ЭЭС. Это означает, что они должны обеспечивать возможность решения всего комплекса оптимизационных и оценочных задач. Выбирая ПБН ЭЭС, следует учитывать, что их число должно быть минимальным и в то же время достаточным для принятия решений по обеспечению надежности, они должны иметь простой физический смысл, допускать возможность оценки значений различными методами. Выбранные ПБН должны быть достаточно чувствительными к изменениям параметров, характеризующих использование средств обеспечения надежности — резервов мощности и запасов ПССС.

Приведенным рекомендациям наиболее полно удовлетворяют следующие ПБН:

– ожидаемые величины недопоставленной энергии (EUE — Expected Unserved Energy) или, что тоже самое, математическое ожидание недоотпуска электроэнергии (LOEE — Loss of Energy Expectation, МВт · ч/год) как для всего объединения в целом $M[\Delta W]$, так и для отдельных j -х зон $M[\Delta W]_j$;

– интегральные вероятности появления дефицита генерирующей мощности отдельных зон ЭЭС J_{dj} в сочетании с вероятностями перегрузки по пропускной способности l -х связей J_{nl} . В зарубежной практике — LOLP (Loss of Load Probability) — вероятность потери нагрузки или LOLE (Loss of Load Expectation) и LOLH — длительность потери нагрузки, соответственно в сутках и часах.

Как показывает отечественный и зарубежный опыт, наиболее полно приведенным выше рекомендациям отвечают вероятностные ПБН $J_{дi}$, $J_{пл}$ или LOLP и LOLE/LOLN. Причем первые по своей физической сущности полностью соответствует показателю LOLP. Показатели LOLE и LOLP в первом приближении можно связать соотношениями:

$$\text{LOLE} = 365 \cdot \text{LOLP};$$

$$\text{LOLN} = 24 \cdot \text{LOLE} = 8760 \cdot \text{LOLP}.$$

Вероятностный норматив надежности в развитых странах не имеет экономического обоснования и принят равным: в США — LOLE = 0,1 сутки/год, во Франции — LOLN = 3 ч/год, в Великобритании — LOLN = 4 ч/год, Ирландии — LOLN = 8 ч/год [5]. В бывшем СССР вероятностный норматив надежности в виде $J_{д} = 0,004$ имел свое технико-экономическое обоснование для централизованной энергосистемы, для многозонной ЭЭС такое обоснование приведено в работе [11], при этом:

$$\text{LOLE} = 365 \cdot 0,004 = 1,46 \text{ сут./год},$$

$$\text{LOLN} = 8760 \cdot 0,004 = 35 \text{ ч/год}.$$

Проблемы информационного обеспечения задачи оценки БН. В математических моделях оценки ПБН необходимо учитывать следующие основные факторы, имеющие в большей мере случайный характер:

- плановые ремонты генерирующего и электросетевого оборудования;
- фактическую и моделируемую прогнозную аварийность генерирующего и электросетевого оборудования;
- отклонения потребления мощности ЭЭС от прогнозных величин;
- интегральные технологические ограничения на выработку электроэнергии.

Определение потребности в ремонтном резерве должно осуществляться исходя из структуры установленного на электростанциях основного энергетического оборудования. Работа электроэнергетического рынка накладывает отпечаток на сроки и типы проведения ремонтов. Учет этих работ производится компаниями эксплуатантами и информацию о фактических показателях ремонтов оборудования электростанций не получить в общем доступе (ранее существовали отраслевые нормативы периодичности и продолжительности отдельных видов ремонтов). Она имеется только у регулирующей организации ОАО «СО ЕЭС», что накладывает на нее обязанность по сбору и математической обработке стохастической информации по плановым и внеплановым ремонтам основного генерирующего оборудования. При этом необходимо предусмотреть возможность систематизации информации по группам оборудования, единичной мощности агрегатов, сроку эксплуатации оборудования, территориальному месторасположению и другим возможным факторам.

Аналогичные проблемы имеют место и в области информационной обеспеченности задачи оценки балансовой надежности в части фактической и моделируемой аварийности генерирующего и электросетевого оборудования.

Формат и детализация представления нагрузки территорий (зон), как и учет возможных ее отклонений от прогнозных величин оказывает самое непосредственное влияние на ПБН, а, следовательно, и на принимаемые решения по управлению развитием ЭЭС. В зарубежных моделях GE MARS и GridView хронологическое моделирование осуществляется по часам для всех 365 суток года. При этом отклонения нагрузки от прогнозных значений учитывается детерминировано, путем задания различных сценариев изменения нагрузки. В отечественных разработках до настоящего времени почасовые изменения нагрузки использовались для оценки ПБН только на уровне концентрированной ЭЭС, где возможно использование аналитических методов. Для оценки ПБН многозонных ЭЭС принимались некоторые упрощения. Календарный год представлялся в виде сезонов (месяцев) неизменной нагрузки, на каждом из которых использовался характерный почасовой график изменения потребления мощности для зимних или летних суток. Эти упрощения в условиях существовавшего несовершенства вычислительной техники позволяло сократить число дискретных интервалов с 8760 до 288, т. е. практически в 30 раз и к существенному сокращению времени расчета. При этом возможные отклонения нагрузки от прогнозных значений учитывались вероятностно, заданием величины среднеквадратического отклонения нагрузки от ее прогнозируемого уровня. С увеличением производительности вычислительной техники проблема поиска упрощенных решений для сокращения времени расчетов остро не стоит.

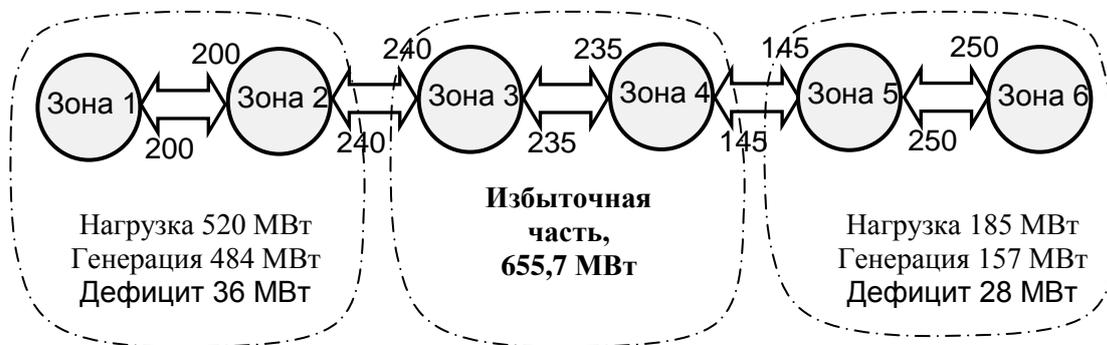
Помимо обозначенной информационной базы, значительное влияние на ПБН оказывает детализация используемых расчетных схем БН ЭЭС. Важное методическое значение, при получении ПБН, а, следовательно, и для принимаемых решений имеет применяемый принцип распределения дефицита мощности (РДМ) между территориями (зонами) ЭЭС [11].

Применение тех или иных средств обеспечения надежности — резервов мощности и (или) запасов ПССС, определяется соотношением стоимостных показателей между ними, а также нормативными требованиями к показателям надежности. Данный вопрос является одним из наиболее актуальных на сегодняшний день и требует специальных исследований практического направления. Проблемы его решения частично раскрываются в работе [11].

Результаты расчетов БН на тестовой расчетной схеме. Определение ПБН проводилось на примере энергосистемы Республики Коми с использованием программного комплекса (ПК) «Орион-М», разработанном в ИСЭиЭПС Коми НЦ УрО РАН. В качестве исходных данных при обосновании средств обеспечения БН использовалась информация, представленная ОАО «СО ЕЭС»:

- расчетная схема (рисунок);
- территориальная принадлежность электрических станций, их установленная мощность, состав и тип генерирующего оборудования;
- ограничения месячной выработки электроэнергии на гидроэлектростанциях;
- максимально допустимые перетоки (МДП) мощности по связям между концентрированными энергосистемами (зонами);

- объемы мощности генерирующего оборудования, выведенного в плановый ремонт (суммарно, без разделения по видам ремонтов);
- неплановые (аварийные) снижения мощности генерирующего оборудования;
- почасовое потребление активной нагрузки по всем суткам расчетного года.



Расчетная схема энергосистемы Коми с позиций обоснования ПБН

Установленная мощность электростанций Коми энергосистемы на 01.01.2017 составляла 2123,5 МВт. Анализ баланса мощности показывает, что ЭЭС Коми является в целом избыточным энергообъединением. В то же время, если рассматривать в Коми определенные по условиям ограничения пропускной способности электрических связей концентрированные энергосистемы (см. рисунок), можно констатировать возможность ее разделения на три части с точки зрения возможных проблем обеспечения БН. Первая, дефицитная, включающая в себя зоны № 1 и 2 (Южный энергорайон, дефицит мощности 36 МВт), вторая, избыточная, включающая в себя концентрированные энергосистемы (зоны) 3 и 4 (Ухтинский и Печорский энергорайон, избытки мощности около 650 МВт) и третья — дефицитная, включающая в себя зоны № 5 и 6 (Интинский и Воркутинский энергорайон, дефицит мощности 28 МВт).

В таблице представлены результаты расчетов вероятностных ПБН (исходного варианта и оптимальных при различных индексах нормирования) и представлении нагрузки декабрьским максимумом. Хорошо видно, что даже исходный вариант с запасом обеспечивает необходимый уровень надежности. Достижение индекса надежности $J_d = 0,004$, в зависимости от представления режима электропотребления, обеспечивается даже при сокращении на 280 МВт (200 для 2015 г.) резерва мощности в избыточной части (строка 2, таблица). Достижение индекса надежности 0,001 обеспечивается при сокращении резерва мощности на 175 МВт (120 для 2015 г.) (строка 3, таблица).

Результаты оценки ПБН зон № 2, 5 и 6 для различного представления режима электропотребления за 2017 г (в скобках результаты за 15 год).

Характеристика варианта	Возможное уменьшение генерации, МВт	Показатели балансовой надежности		
		J_{dj} , о. е.		
		2	5	6
1. Исходный	0	0,000359 (0,000564)	0,000127 (0,000179)	0,000127 (0,000179)
2. Оптимальный $J_{dj} = 0,004$	280(200)	0,003492 (0,003561)	0,003507 (0,003425)	0,003507 (0,003425)
3. Оптимальный $J_{dj} = 0,001$	175(120)	0,001006 (0,000998)	0,000912 (0,000794)	0,000912 (0,000794)

Выводы. Описанные выше программные средства оценки ПБН ЭЭС в России и за рубежом в значительной мере совпадают, отличаясь в основном разной исторической базой становления задачи оценки показателей балансовой надежности, в то время как методическая основа не отличается.

На примере Коми энергосистемы проведена серия расчетов по обоснованию влияния тех или иных факторов на показатели и средства обеспечения балансовой надежности. Приведено сравнение показателей балансовой надежности для данных 2015 и 2017 годов. Показаны проблемы информационного обеспечения задачи оценки балансовой надежности ЭЭС России и предложены первоочередные необходимые направления исследований.

Показана состоятельность применяемых в нашей стране подходов к оценке показателей балансовой надежности. При этом указана необходимость в дальнейшей работе по модернизации программно-вычислительных комплексов направленной на учет влияния социально-экономические фактора развития страны и реформирование электроэнергетики.

Библиографический список

1. Волков, Г. Оптимизация надежности электроэнергетических систем [Текст] / Г. Волков. — Москва : Наука, 1986. — 117 с.
2. Иванов, В. В. Результаты исследования надежности ЭЭС по тестовой схеме с помощью программы ПОТОК-3 [Текст] / В. В. Иванов, Г. В. Колосок // Методические вопросы исследования надежности больших систем энергетики. — Иркутск : СЭИ СО АН СССР, 1991. — Вып. 41. — С. 40—53.
3. Иткин, Е. А. Построение модели анализа надежности сложной электрической системы с использованием аппроксимирующих кривых для описания случайных величин [Текст] / Е. А. Иткин, В. А. Шадрин // Методические вопросы исследования надежности больших систем энергетики. — Иркутск : СЭИ СО АН СССР, 1976. — Вып. 12. — С. 44—50.
4. Надежность систем энергетики: достижения, проблемы, перспективы [Текст] / Г. В. Ковалев [и др.] ; под ред. Н. И. Воропая. — Новосибирск : Наука. Сиб. отд. РАН, 1999. — 434 с.
5. Кучеров, Ю. Н. Развитие нормативного и методического обеспечения надежности сложных энергосистем и энергообъединений в условиях либерализованной энергетики [Текст] / Ю. Н. Кучеров, Ю. Г. Федоров // Электро. Электротехника, электроэнергетика, электротехническая промышленность. — 2010. — № 6.
6. Чукуреев, Ю. Я. Модели обеспечения надежности электроэнергетических систем [Текст] / Ю. Я. Чукуреев. — Сыктывкар : Коми НЦ УрО РАН, 1995. — 176 с.

7. Чукреев, Ю. Я. Обеспечение надежности при управлении развитием электроэнергетических систем для условий реформирования электроэнергетики [Текст] / Ю. Я. Чукреев, М. Ю. Чукреев // Известия РАН. Энергетика, 2008. — № 4. — С. 39—48.
8. Мировой опыт выбора факторов, показателей, определения исходных данных по расчету вероятностных характеристик потери энергоснабжения потребителей и оценка возможности применения критериев и показателей для расчета вероятности потери энергоснабжения потребителей ЕЭС России в целом и ее частях [Текст] / Науч. отчет компании «Charles River Associates», Boston Massachusetts 02116. — USA, 2009. — 76 с.
9. Расчет вероятностных характеристик потери энергоснабжения в ЕЭС России в целом и ее частях с учетом известных на момент расчета планов развития генерирующих и сетевых мощностей [Текст] : проект метод. указаний // Науч. отчет компании «Charles River Associates», Boston Massachusetts 02116. — USA, 2009. — 40 с.
10. CIGRE Technical Brochure on Review of the Current Status of Tools and Techniques for Risk-Based and Probabilistic Planning in Power Systems [Text] // Working Group 601 of Study Committee C4. — International Conference on Large High Voltage Electric Systems. — March, 2010.
11. Чукреев, Ю. Я. Проблемы сравнения отечественных и зарубежных вероятностных показателей балансовой надежности ЭЭС [Текст] / Ю. Я. Чукреев // Методические вопросы исследования надежности больших систем энергетики. — Иваново : ПресСто, 2011. — Вып. 62. — С. 95—104.

УДК 621.311:004.8

Дан обзор работ зарубежных авторов по идентификации топологии электрической сети с применением устройств синхронизированных векторных измерений.

Ключевые слова: электрическая сеть, топология, векторные измерения.

Г. П. Шумилова,
кандидат технических наук, доцент;
Н. Э. Готман,
старший преподаватель
(Сыктывкарский лесной институт)

ПРИМЕНЕНИЕ УСТРОЙСТВ СИНХРОНИЗИРОВАННЫХ ВЕКТОРНЫХ ИЗМЕРЕНИЙ ДЛЯ ИДЕНТИФИКАЦИИ ТОПОЛОГИИ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ СЕТИ

Устройства синхронизированных векторных измерений (УСВИ) или под английским названием Phasor Measurement Unit (PMU) — это приборы, которые измеряют комплексные величины напряжения и тока. PMU представляет собой достаточно сложное электронное устройство, которое можно отобразить в виде семи блоков (рис. 1) [1]. Внешний вид одного из вариантов PMU представлен на рис. 2 [2].

В электроэнергетике УСВИ необходимы для улучшения качества и точности измерительной информации, совершенствования наглядности и наблюдаемости расчетной схемы, повышения достоверности контроля параметров режима энергосистемы и др. Измерения от УСВИ, в отличие от традиционных телеизмерений, синхронизированы по времени через GPS (Global Positioning System) или ГЛОНАСС. Благодаря этим системам УСВИ позволяют одновременно с достаточной точностью по времени производить измерения параметров режима ЭЭС в различных сколь угодно удаленных между собой узлах [1]. Успешное внедрение в 2000-х гг. автоматизированных систем мониторинга переходных режимов WAMS (Wide Area Measurement Systems) на основе устройств PMU [3] позволяет реализовать принципиально новые алгоритмы противоаварийного управления, в том числе и алгоритмы определения топологии электрической сети.

Предложено множество подходов с использованием PMU для обнаружения топологических изменений сети, вызванных отключениями линии, которые будут рассмотрены в данной работе. Исследования, проведенные в рамках поставленной задачи, заключаются в анализе методов идентификации изменения топологии электрической сети в результате отключения одной линии. Отправной точкой в этом анализе является то, что отключение линии вызывает изменение вектора напряжения (модуля и фазового угла) во всех узлах электрической сети, и эти изменения больше, чем во время нормальной работы, например, при качаниях.

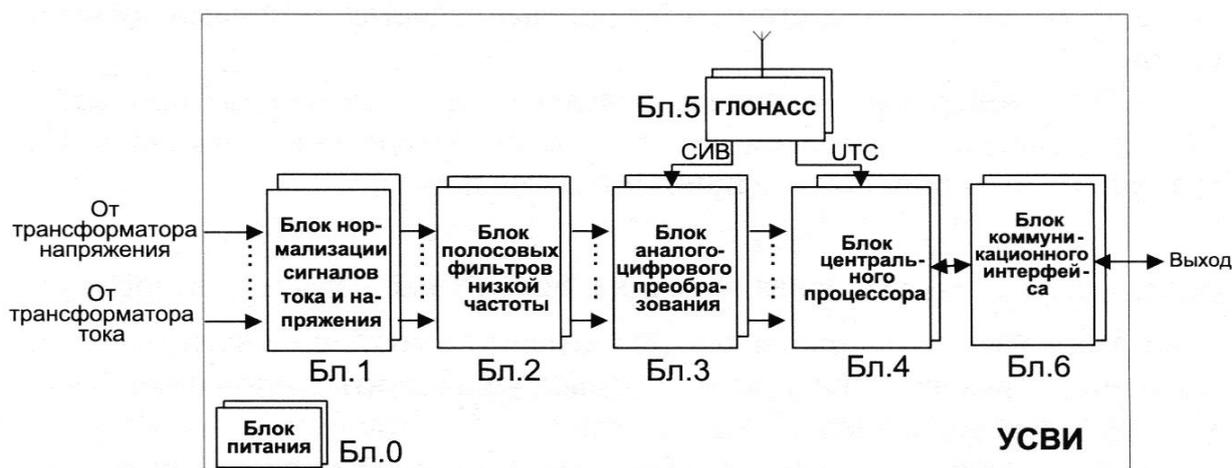


Рис. 1. Укрупненные блоки УСВИ (PMU)

(здесь UTC — Всемирное координированное время, в котором записываются метки времени от глобальной навигационной спутниковой системы (ГЛОНАСС);

СИВ — синхронизирующий импульс для выборки, одновременный для измерения мгновенных значений величины всеми PMU системы)

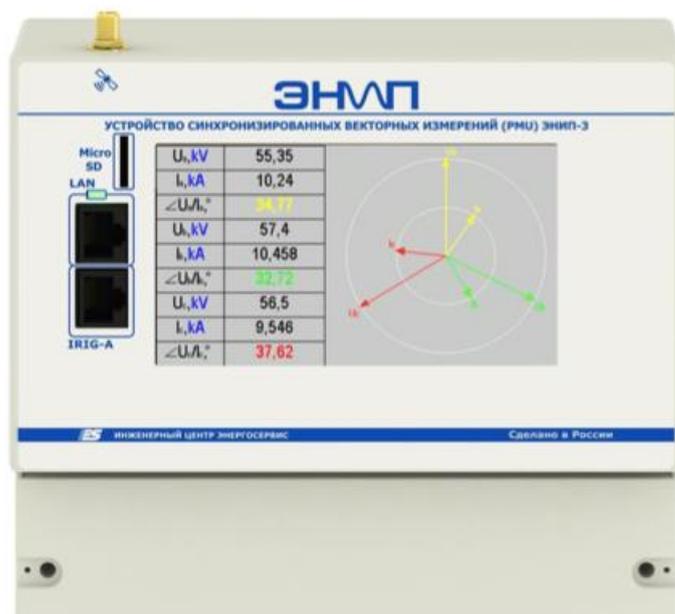


Рис. 2. Устройство синхронизированных векторных измерений ЭНИП-3

Ключевая особенность, которая делает идентификацию (включена / не включена) линии возможной, это то, что измеренные устройствами PMU значения вектора напряжения в узле различны для разных сценариев отключения линии, т. е. это своего рода «подписи», которые и используют авторы рассматриваемых работ [4—11] для определения изменения топологии электрической сети.

J. E. Tate and T. J. Overbye в своих работах [4, 5] для определения отключения линии используют, кроме измерений от PMU, данные о параметрах линии электропередачи и трансформаторов и информацию о топологии электрической сети. Переток мощности по линии не берется в расчет, но предполагается, что

он будет почти точно соответствовать измеренным значениям после того, как переходный процесс закончится.

После завершения переходного процесса необходимо определить изменения фазовых углов в узлах по отношению к их значениям до события (например, короткого замыкания на линии). Как только определены изменения фазовых углов $\Delta\theta_{\text{наблюд}}$ в каждом из K узлов, где установлены РМУ, решается следующая задача оптимизации:

$$E^* = \arg \min_{E \in \varepsilon} \left\| \Delta\theta_{\text{наблюд}} - f(E) \right\|, \quad (1)$$

где ε — это множество наблюдаемых событий, а $f(E)$ — функция, которая связывает событие E с изменениями углов, вызванных этим событием.

На рис. 3 представлено визуальное изображение формулы (1), хотя (1) — K -мерная, а рисунок только двухмерный.

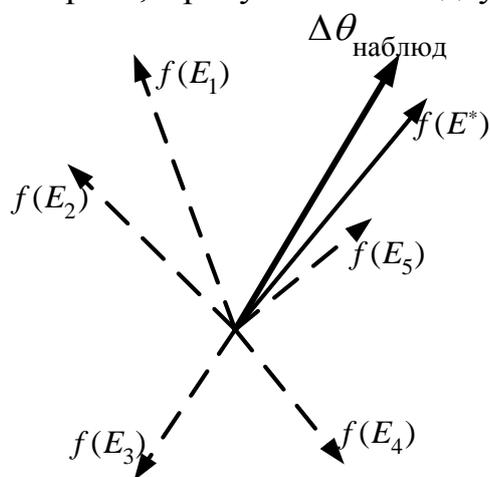


Рис. 3. Определение события, наиболее соответствующего наблюдаемым изменениям фазового угла $\Delta\theta_{\text{наблюд}}$

На этом рисунке вектора изменения фазовых углов, вызванных не минимизирующими выражение (1) событиями $f(E_1) - f(E_5)$, изображены пунктирными линиями, а вектор изменения угла, вызванного наиболее близким к $\Delta\theta_{\text{наблюд}}$ событием $f(E^*)$ показан сплошной линией.

Для того, чтобы определить значение вектора изменения фазовых углов $\Delta\theta_{\text{наблюд}}$, во-первых, необходимо определить квазиустановившийся режим, в котором определяется изменение углов, поскольку после отключения линии в сигнале обычно появляются колебания частоты 0,5—3 Гц и присутствуют высокочастотные шумы. Изменения углов вектора $\theta_i[n]$ (здесь n — n -й замер угла вектора) в i -м узле показаны на рис. 4, откуда видно, что бы-

строизменяющиеся колебания углов вектора вместе с любым шумом, присутствующим в измерительных сигналах, должны быть отфильтрованы.

Для этой цели применяют низкочастотные фильтры (НЧФ) с частотой среза 0,2 Гц. Сигнал на выходе этого фильтра обозначен как $\theta_{i,\text{НЧФ}}[n]$; он и используется для измерений углов вектора в узле i (рис. 4). Как видно из рисунка, НЧФ устраняет большую часть шума и колебания.

Во-вторых, после низкочастотной фильтрации, для каждого узла должен быть получен кандидат $\Delta\theta_{i,\text{кандид}}[n]$ для вычисления вектора изменения фазовых углов $\Delta\theta_{\text{наблюд}}$, который определяется следующим образом:

$$\Delta\theta_{i,\text{кандид}}[n] = \theta_{i,\text{НЧФ}}[n] - \theta_{i,\text{НЧФ}}[n - N_{\text{перех}}], \quad (2)$$

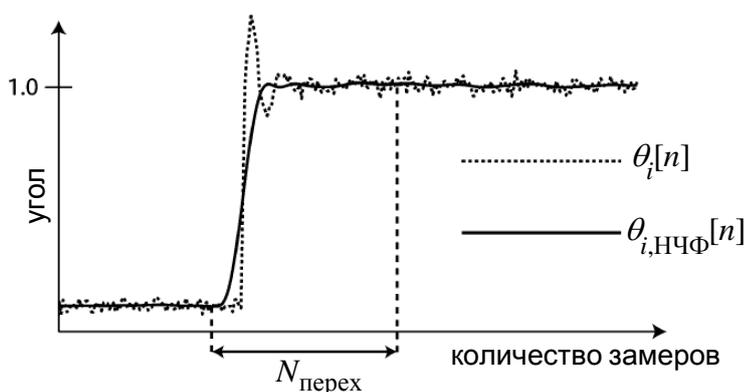


Рис. 4. Низкочастотная фильтрация измерений углов вектора

каждого из кандидатов $|\Delta\theta_{i, \text{кандид}}[n]|$ постоянно сравнивают с пороговым значением τ . Если изменение угла в узле j превышает пороговое значение на замере $n_{\text{начал}}$, то значение угла этого кандидата $|\Delta\theta_{j, \text{кандид}}[n]|$ затем отслеживается для $n > n_{\text{начал}}$ до тех пор, пока оно не начнет уменьшаться. Уменьшение означает, что максимум $|\Delta\theta_{j, \text{кандид}}[n]|$ был достигнут. Используя информацию об изменениях углов во всех узлах, строится вектор $\Delta\theta_{\text{наблюд}}$.

Для решения задачи необходимо выбрать два ключевых параметра: $N_{\text{перех}}$ и τ . Первый из этих параметров, $N_{\text{перех}}$, должен быть достаточно большим, чтобы охватывать весь участок перехода, иначе результат $\Delta\theta_{i, \text{кандид}}[n]$ будет отличаться от истинного. С другой стороны, выбор чрезмерно большого значения $N_{\text{перех}}$ приведет к более длительному времени вычисления. Пороговое значение τ должно быть выбрано с осторожностью, потому что установка порогового значения слишком высоким может привести к пропуску событий, которые приводят только к малым изменениям углов (т.е. отключениям линий с маленькими перетоками перед отключением), в то время как выбор слишком маленького порогового значения может привести к неправильной классификации шума как события.

T. Kim and S. J. Wright [6] рассматривают проблему идентификации отключения одной линии в энергосистеме с использованием только данных от РМУ о величине и угле напряжения. Когда происходит отключение линии, фаза напряжения в каждом узле изменяется в ответ на изменение топологии сети. Каждое отдельное отключение имеет свою «подпись»; различие между этими «подписями» проводится посредством использования многоклассовой логистической регрессии (multiclass logistic regression (MLR)), обучая классификатор MLR. Для обучения классификатора создаются векторы «подписей» из изменений напряжения при различных ситуациях отключения единственной линии.

На рис. 5 показан пример изменений напряжения для 9-узловой системы [7] для различных сценариев отключения линии. Повреждения линий, соединяющих узлы 4—5, 5—6, 6—7, 7—8 и 8—9, рассматриваемые как возможные сценарии (столбцы на рисунке), а векторы напряжений в узлах 5, 6 и 7, измеряемые РМУ, строки на рисунке.

где $N_{\text{перех}}$ — количество замеров, включающее участок перехода изменения угла в результате отключения линии (рис. 4), за пределами которых вычисляется разница углов в установившемся состоянии до и после отключения.

Чтобы обнаружить наличие аварийной ситуации, информацию об изменении угла

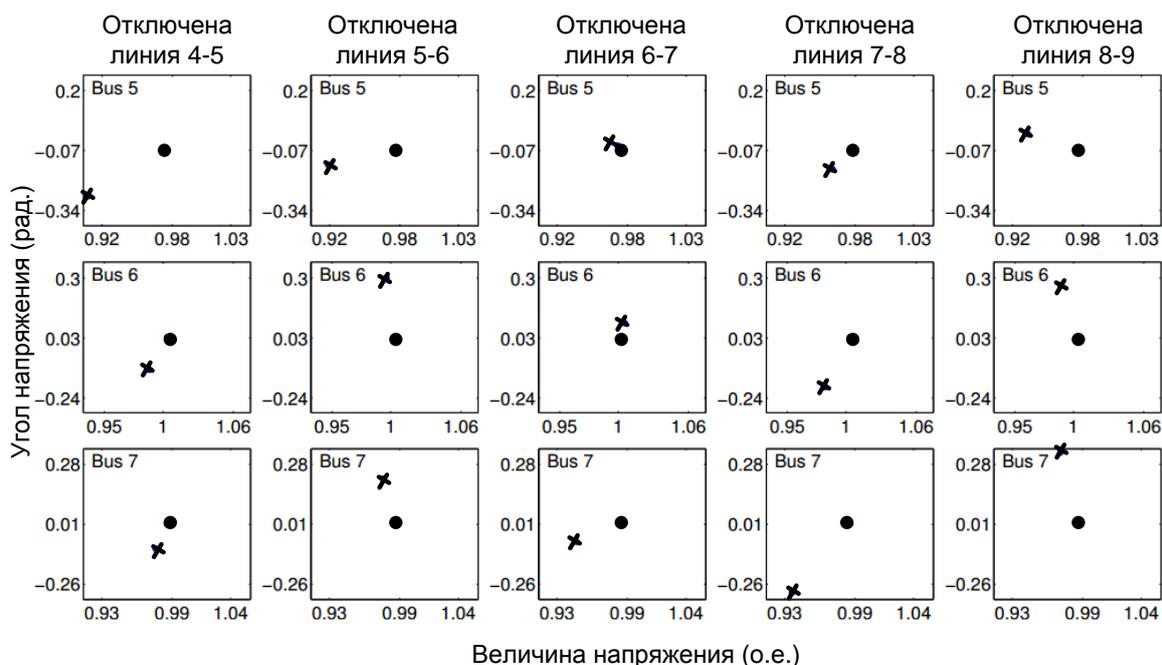


Рис. 5. Изменения напряжения в 9-узловой системе, вызванные отключением одной линии в узлах 5, 6 и 7

На каждом графике ось x показывает величину напряжения, а ось y — фазовый угол напряжения в узле. Точки на каждом графике означают вектор напряжения, когда нет повреждения линии, а крестики — значения напряжения по указанному сценарию повреждения. Видно, что значения напряжения в этих узлах изменяются по-разному в разных сценариях отключения линии, поэтому представляется реалистичным ожидать, что, сравнивая данные вектора напряжения, собранные до и после события отключения, можно надежно идентифицировать поврежденную линию.

G. Cavraro, R. Arghandeh, A. von Meier в своих работах [8, 9] предложили определять топологию распределительных сетей на основе анализа временных рядов, опираясь на измерения от PMU. Временной ряд (ряд динамики) — это совокупность значений какого-либо показателя (в данном случае векторов напряжения) за несколько последовательных моментов или периодов времени. Основная идея подхода заключается в том, что при изменении состояния выключателей кривая напряжения меняется некоторым образом, определенном индивидуальным переходом от одной топологии к другой, т. е. действия переключения создают определенные «подписи» в напряжениях сети, которые сравниваются с библиотекой подписей, полученных из возможных переходов топологии из одного состояния в другое.

Состояние системы описывается следующими величинами:

- $u \in C^n$, где u_v — напряжение сети в узле v ;
- $i \in C^n$, где i_v — инъекция тока в узле v ;
- $s = p + iq \in C^n$, где s_v, p_v, q_v — инъекции комплексной, активной и реактивной мощностей в узле v , соответственно;

- $\sigma_v \in \{0,1\}^r$, где σ_v – состояние выключателя v : $\sigma_v = 0$ если выключатель v разомкнут, $\sigma_v = 1$, если выключатель v замкнут;
- $y \in C^p$, где y_v – напряжение сети, измеренное РМУ в узле v ;
- вектор тренда $\delta(t_1, t_2) \in C^p$, определенный как разность между векторами напряжений, взятыми в два момента времени t_1 и t_2 , т. е. $\delta(t_1, t_2) = u(t_1) - u(t_2)$.

Обозначим через T_σ определенную топологию, статус выключателей которой описывается через σ . Матрица узловых проводимостей Y_σ определяется как

$$(Y_\sigma) = \begin{cases} \sum_{j \neq k} Y_{jk}, & \text{если } j = k \\ -Y_{jk}, & \text{в другом случае} \end{cases}, \quad (3)$$

где Y_{jk} — полная проводимость линии, соединяющей узел j с узлом k и где мы пренебрегаем полными проводимостями шунтов.

Для данного состояния выключателя σ , связанного с топологией T_σ и линией l с установленным выключателем, определяется матрица подписей. Нормированный собственный вектор, связанный с наибольшим собственным значением матрицы подписей, определяется как вектор подписей, т.е. каждый образец, который появляется в кривой напряжения из-за коммутирующих действий выключателя, пропорционален этому вектору, независимо от других переменных, которые определяют рабочее состояние сети в это время. Используя матрицу подписей, можно определить вектор тренда $\delta(t, t-1)$ представляющий размыкание или замыкание выключателя, который приблизительно пропорционален вектору подписей.

Если предположить, что физическая инфраструктура сети известна, т.е. полные сопротивления линий и местоположения выключателей, можно построить библиотеку L , в которой мы собираем все векторы подписей для всех возможных изменений топологии (всех возможных действий выключателя).

Естественно сравнивать в каждый момент времени вектор тренда $\delta(t, t-1)$ с элементами в библиотеке, чтобы выявить, изменил ли какой-то выключатель свое состояние, и если да, то какой. Если мы хотим определить, какова текущая топология, нам необходима дополнительная информация, т. е. знание топологии до перехода.

C. Ponce и D. S. Bindel разработали метод обнаружения изменений топологии по принципу отпечатков пальцев FLiER (Fingerprint Linear Estimation Routine) [10]. Предполагается, что имеется полная оценка состояния системы непосредственно перед изменением топологии, например, используя измерения от SCADA. Для выявления повреждений линии вычисляют расхождения между этой оценкой состояния и измерениями, полученными от РМУ, используя уравнения перетока мощности.

Когда линия электропередачи отключается, это событие оставляет уникальный «отпечаток» напряжения в узле, который можно идентифицировать, используя только часть сети, непосредственно наблюдаемую РМУ.

Предполагается, что сеть остается устойчивой и состояние переходит от одного квазиустановившегося состояния к другому. Так же, как и в [4], рекомендуется применять низкочастотный фильтр для извлечения среднего значения в каждом квазиустановившемся состоянии. При изменении топологии, вектор напряжения смещается от u к $\hat{u} = u + \Delta u$. Составляющие вектора напряжения размерности m , отмеченные как строки матрицы $E \in \{0, 1\}^{m \times n}$, берутся как отфильтрованные измерения от устройств PMU. Принимая во внимание, что нагрузки и генерация изменяются медленно, а высокочастотные колебания удалены фильтром нижних частот, можно сделать заключение, что $E\Delta u$ должно быть для каждого возможного отключения линии, т. е. можно сопоставить наблюдаемые изменения напряжения $E\Delta u$ со списком «отпечатков» напряжения, чтобы идентифицировать изменения топологии.

Для вычисления точного отпечатка напряжения при непредвиденном отключении линии требуется нелинейное решение уравнений перетока мощности. В большой сети со многими возможными аварийными ситуациями это решение становится дорогим, поэтому проводится аппроксимация напряжения в каждом аварийном случае, линеаризуя уравнения перетока мощности в предаварийном состоянии по переменному току. Этот подход к прогнозированию изменений напряжения стоит меньше, чем нелинейное решение уравнений перетока, но все равно может оказаться дорогостоящим для большой сети с большим количеством непредвиденных ситуаций.

Авторы этой работы показывают, как исключить непредвиденные ситуации без каких-либо решений, вычислив без больших затрат нижнюю границу расхождения между наблюдаемыми PMU изменениями напряжения и прогнозируемыми изменениями напряжения в непредвиденных обстоятельствах.

Для каждого непредвиденного случая определяют показатель отпечатка

$$t = \|E\Delta u - E\delta u'\|,$$

где Δu — наблюдаемое изменение напряжения, $\delta u'$ — изменение напряжения, предсказанное для непредвиденного случая. Этот показатель отпечатка используют для идентификации топологии сети.

M. S. Srikumar, Dr. T. Ananthapadmanbha, F. Z. Khan, V. Girish [11] для решения задачи используют только данные от PMU и информацию о топологии системы. Решение задачи основано на том, что отключение линии сопровождается изменением угла напряжения в узле и изменением матрицы полных проводимостей. Схема решения состоит из трех частей: анализа вне реального времени (offline), анализа в реальном времени (online) и оптимизации. Анализ offline включает в себя расчет изменения матрицы полных сопротивлений при каждом возможном отключении одной линии в системе и хранит их нормированный базовый вектор, основанный на местоположении PMU, в базе данных. Online-анализ — это работа в режиме реального времени системы, где изменения угла напряжения в узле, в случае отключения линии, вычисляются и нормируются. Этот нормированный вектор затем согласуется с базой данных, т. е. нормированным базовым вектором при анализе offline.

Сравнивается нормированная матрица–столбец изменения фазового угла напряжения с каждым нормированным базисным вектором отключений линии. Тот, который ближе всех, указывает на отключение линии. На рис. 6 для наглядного изображения эффективного определения отключения линии по этому методу представлены графики результатов, полученные авторами статьи при моделировании на 14-узловой системе IEEE [12].

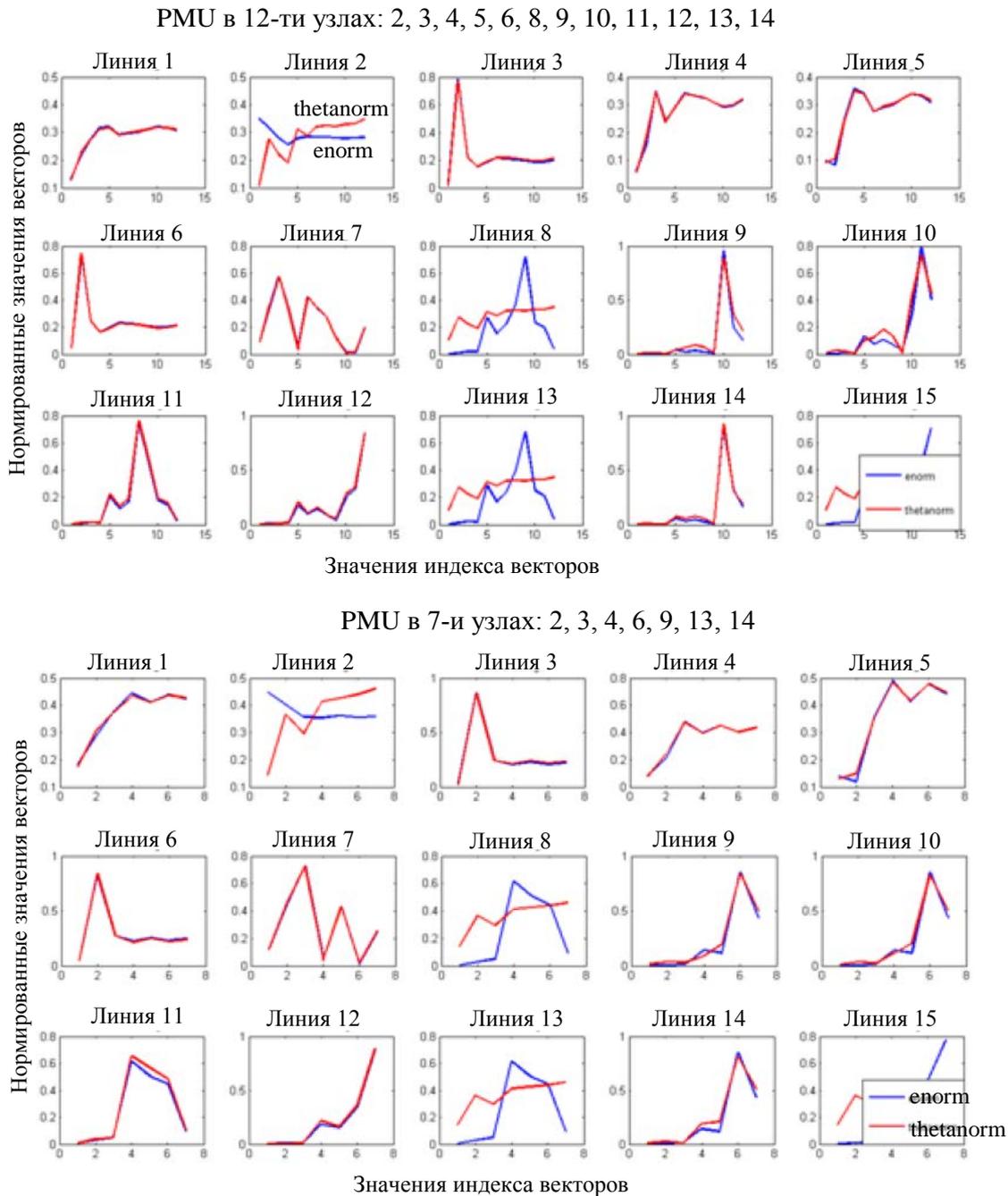


Рис. 6. Результаты эффективного определения отключения линии в 14-узловой системе IEEE с 12-ю и 7-ю PMU («thetanorm» — нормированный вектор изменения углов напряжения в узле, полученный от PMU; «enorm» — нормированный вектор изменения матрицы полных сопротивлений)

В первом случае PMU установлены во всех узлах, кроме балансирующего узла 1 и фиктивного узла 7, представляющего трехобмоточный трансформатор. Во втором случае количество PMU было уменьшено до семи путем удаления PMU из узлов в зависимости от величины нагрузки, подключенной к узлу.

Рисунок состоит из нескольких графиков, каждый из которых изображает обнаружение отключения одной линии в системе: первый график изображает обнаружение отключения линии 1, второй — линии 2 и т. д. Можно видеть, что, за исключением четырех линий передачи (2, 8, 13 и 15), для всех других линий передачи было эффективно обнаружено их отключение, т. е. нормированные значения двух различных векторов «*thetanorm*» и «*enorm*» близки.

Анализ влияния непредвиденных обстоятельств на работу линий 2, 8, 13 и 15 показал, что перетоки по ним не изменяются, поэтому эти линии не были приняты во внимание для определения отключения линии.

Выводы. Для того, чтобы оценить предложенные методы идентификации топологии электрической сети, авторами рассмотренных работ разработаны и экспериментально исследованы на тестовых схемах алгоритмы, построенные на основе этих методов. Алгоритмы были протестированы как в идеальном, так и в реальном сценариях, где присутствовали как измерительный шум, так и изменение нагрузки. В том и другом случае была получена удовлетворительная точность определения топологии.

Каждый метод имеет свою специфику, и отмеченные в каждом случае проблемы настолько разные, что не позволяют принять решение о том, какой метод лучше. (В дальнейшем планируется провести сравнение методов на одной тестовой схеме). Но во всех методах идентификация топологии проводится в квазиустановившемся режиме, после окончания переходного процесса, вызванного каким-то непредвиденным обстоятельством, что увеличивает время определения отключения линии.

Библиографический список

1. Успенский, М.И. Повышение надежности функционирования устройства синхронизированных векторных измерений [Текст] / М. И. Успенский // Актуальные проблемы, направления и механизмы развития производительных сил Севера — 2018 : сб. статей Шестой Всероссийской научно-практической конференции (с международным участием) (19—21 сентября 2018 г., Сыктывкар): в 3 ч. — Сыктывкар: ООО «Коми республиканская типография», 2018. — Ч. III, с. 129—133.
2. Мокеев, А. В. Особенности разработки, испытаний и внедрения устройств синхронизированных векторных измерений [Текст] / А. В. Мокеев // Современные подходы к обеспечению надежности электроэнергетических систем. — Сыктывкар, 2014. — С. 56—62.
3. Synchronphasor measurement technology in power systems [Text] / F. Aminifar [and other] // Panorama and state-of-the-art. — 2014. — vol. 2. — P. 1607—1628.
4. Tate, J. E. Line outage detection using phasor angle measurements [Text] / J. E. Tate, T. J. Overbye // IEEE Trans. Power Syst. — 2008. — vol. 23. — P. 1644—1652.
5. Tate, J. E. Double line outage detection using phasor angle measurements [Text] / J. E. Tate, T. J. Overbye // IEEE PES Meeting. IEEE. — 2009. — P. 1—5.
6. Kim, T. PMU Placement for Line Outage Identification via Multiclass Logistic Regression [Text] / T. Kim, S.J. Wright // arXiv:1409.3832v1 [math.OC] 12 Sep. — 2014. — P. 1—8.

7. Zimmerman, R. D. MATPOWER: Steady-state operations, planning, and analysis tools for power systems research and education [Text] / R. D. Zimmerman, C. E. Murillo-Sánchez, and R. J. Thomas // IEEE Transactions on Power Systems. — 2011. — vol. 26. — P. 12—19.
8. Cavraro, G. Distribution Network Topology Detection with Time Series Measurement Data Analysis [Text] / G. Cavraro, R. Arghandeh, A. von Meier // arXiv:1504.05926v1 [cs.SY]. — 2015. — 22 Apr. — P. 1—9.
9. Cavraro, G. Power Distribution Network Topology Detection with Time-Series Signature Verification Method [Text] / G. Cavraro, R. Arghandeh // IEEE Trans. on PS. — 2018. — vol. 33. — P. 3500—3509.
10. Ponce, C. FLIER: Practical Topology Update Detection Using Sparse PMUs [Text] / C. Ponce, D. S. Bindel // IEEE Trans. Power Syst. — 2017. — Vol. 32. — 2017. — P. 4222—4232.
11. Line Outage Detection Using Phasor Measurement Units [Text] / M. S. Srikumar [and other] // Procedia Technology 21 (2015), SMART GRID Technologies. — 2015. — August 6—8. — P. 88—95.
12. Шумилова, Г. П. Определение топологии электрической сети при делении ее на участки с привязкой к устройствам PMU [Текст] / Г. П. Шумилова, Н. Э. Готман, Т. Б. Старцева. // Методические вопросы исследования надежности больших систем энергетики. Проблемы надежности систем энергетики / Отв. ред. Н.И. Воропай, Ю.Я. Чукреев. — Сыктывкар: Издательство ООО «Коми республиканская типография», 2016. — Вып. 67. — С. 250—255.

НАПРАВЛЕНИЕ «ФОРМИРОВАНИЕ И РАЗВИТИЕ ИННОВАЦИОННОГО ЛЕСНОГО КЛАСТЕРА В РЕСПУБЛИКЕ КОМИ»

УДК 338.2:004.9

В статье рассматриваются вопросы создания в Российской Федерации цифровой экономики, дается оценка степени готовности перехода на цифровую экономику, анализируются цели и задачи реализации национального проекта «Цифровая экономика».

Ключевые слова: цифровая экономика, цифровые технологии, национальный проект, образование.

И. В. Левина,
кандидат экономических наук, доцент
(Сыктывкарский лесной институт)

РАЗВИТИЕ ЦИФРОВОЙ ЭКОНОМИКИ В РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Создание цифровой экономики в Российской Федерации является одним из основных направлений развития нашей страны. Это нашло отражение в указе Президента РФ о разработке специальных нацпроектов по 13 основным направлениям развития Российской Федерации до 2024 года. Основной их целью являются улучшение социальной и экономической ситуации в Российской Федерации, повышение качества жизни, комфортных условий и возможностей реализации себя для всех граждан страны.

С использованием цифровых технологий изменяются повседневная жизнь человека, производственные отношения, структура экономики и образование, а также возникают новые требования к коммуникациям, вычислительным мощностям, информационным системам и сервисам. В настоящее время данные становятся новым активом, причем главным образом за счет их альтернативной ценности, т. е. по мере применения данных в новых целях и их использования для реализации новых идей.

Ориентируясь на Стратегию развития информационного общества в Российской Федерации на 2017—2030 гг., цифровая экономика представляет собой хозяйственную деятельность, ключевым фактором производства в которой являются данные в цифровой форме, способствующие формированию информационного пространства с учетом потребностей граждан и общества в получении качественных и достоверных сведений, развитию информационной инфраструктуры Российской Федерации, созданию и применению российских информационно-телекоммуникационных технологий, а также формированию новой технологической основы для социальной и экономической сферы.

Оценивая место Российской Федерации на глобальном цифровом рынке, можно отметить значительное отставание. По предложению Всемирного экономического форума, для оценки готовности стран к цифровой экономике используется международный индекс сетевой готовности, который измеряет, насколько хорошо экономики стран используют цифровые технологии для повышения конкурентоспособности и благосостояния, а также оценивает факторы,

влияющие на развитие цифровой экономики. Согласно докладу «Глобальные информационные технологии» за 2016 г., Российская Федерация занимает 41-е место по готовности к цифровой экономике со значительным отрывом от десятки лидирующих стран, таких как Сингапур, Финляндия, Швеция, Норвегия, Соединенные Штаты Америки, Нидерланды, Швейцария, Великобритания, Люксембург и Япония.

С точки зрения экономических и инновационных результатов использования цифровых технологий, Российская Федерация занимает 38-е место с большим отставанием от стран-лидеров, таких как Финляндия, Швейцария, Швеция, Израиль, Сингапур, Нидерланды, Соединенные Штаты Америки, Норвегия, Люксембург и Германия. Такое значительное отставание в развитии цифровой экономики от мировых лидеров объясняется пробелами нормативной базы для цифровой экономики и недостаточно благоприятной средой для ведения бизнеса и инноваций и, как следствие, низким уровнем применения цифровых технологий бизнес-структурами.

В докладе Всемирного экономического форума о глобальной конкурентоспособности 2016—2017 гг. подчеркивается особое значение инвестиций в инновации наряду с развитием инфраструктуры, навыков и эффективных рынков. В международном рейтинге Российская Федерация занимает 43-е место. Низкий уровень инноваций и неразвитость бизнеса, а также недостаточно развитые государственные и частные институты и финансовый рынок являются «узкими» местами для конкурентоспособности России на глобальном цифровом рынке.

Для анализа развития цифровой экономики в Российской Федерации в сравнении со странами Европейского союза и некоторыми странами, не входящими в Европейский союз, можно также использовать международный индекс I-DESI, основными компонентами которого являются: связь, человеческий капитал, использование сети Интернет, внедрение цифровых технологий в бизнесе и цифровые услуги для населения. Согласно исследованию, Россия отстает в развитии цифровой экономики от Европейского союза, Австралии и Канады, но опережает Китай, Турцию, Бразилию и Мексику.

В целях управления развитием цифровой экономики в нашей стране по итогам заседания президиума Совета при Президенте Российской Федерации по стратегическому развитию и национальным проектам 24 декабря 2018 г. утвержден паспорт национальной программы «Цифровая экономика Российской Федерации». Паспорт национальной программы разработан Минкомсвязи России во исполнение Указа Президента Российской Федерации от 7 мая 2018 г. № 204 «О национальных целях и стратегических задачах развития Российской Федерации на период до 2024 года» и включает в себя шесть федеральных проектов: «Нормативное регулирование цифровой среды», «Информационная инфраструктура», «Кадры для цифровой экономики», «Информационная безопасность», «Цифровые технологии» и «Цифровое государственное управление». Срок реализации национальной программы: с октября 2018 по 2024 г. (включительно) [1].

В национальной программе заложены задачи и сроки реализации основных мер государственной политики Российской Федерации по созданию необходи-

мых условий для развития цифровой экономики Российской Федерации, в которой данные в цифровой форме являются ключевым фактором производства во всех сферах социально-экономической деятельности, что повышает конкурентоспособность страны, качество жизни граждан, обеспечивает экономический рост и национальный суверенитет. Программа направлена на создание условий для развития общества знаний в Российской Федерации, повышение благосостояния и качества жизни граждан нашей страны путем повышения доступности и качества товаров и услуг, произведенных в цифровой экономике с использованием современных цифровых технологий, повышения степени информированности и цифровой грамотности, улучшения доступности и качества государственных услуг для граждан, а также безопасности как внутри страны, так и за ее пределами.

Основными целями развития цифровой экономики являются:

– создание экосистемы цифровой экономики Российской Федерации, в которой данные в цифровой форме являются ключевым фактором производства во всех сферах социально-экономической деятельности и в которой обеспечено эффективное взаимодействие, включая трансграничное, бизнеса, научно-образовательного сообщества, государства и граждан;

– создание необходимых и достаточных условий институционального и инфраструктурного характера, устранение имеющихся препятствий и ограничений для создания и (или) развития высокотехнологических бизнесов и недопущение появления новых препятствий и ограничений как в традиционных отраслях экономики, так и в новых отраслях и высокотехнологичных рынках;

– повышение конкурентоспособности на глобальном рынке как отдельных отраслей экономики Российской Федерации, так и экономики в целом.

Цифровая экономика представлена тремя следующими уровнями, которые в своем тесном взаимодействии влияют на жизнь граждан и общества в целом:

1) рынки и отрасли экономики (сферы деятельности), где осуществляется взаимодействие конкретных субъектов (поставщиков и потребителей товаров, работ и услуг);

2) платформы и технологии, где формируются компетенции для развития рынков и отраслей экономики (сфер деятельности);

3) среда, которая создает условия для развития платформ и технологий и эффективного взаимодействия субъектов рынков и отраслей экономики (сфер деятельности) и охватывает нормативное регулирование, информационную инфраструктуру, кадры и информационную безопасность.

Реализация программы по развитию цифровой экономики, а также национального проекта «Цифровая экономика» требует тесного взаимодействия государства, бизнеса и науки, так как основным результатом ее реализации должно стать создание не менее 10 национальных компаний-лидеров — высокотехнологичных предприятий, развивающих «сквозные» технологии и управляющих цифровыми платформами, которые работают на глобальном рынке и формируют вокруг себя систему стартапов, исследовательских коллективов и отраслевых предприятий, обеспечивающих развитие цифровой экономики. В бюджете всех национальных проектов до 2024 г. из 25,7 трлн руб. на проект

«Цифровая экономика» заложено 6,4 %, или 1,6349 трлн руб., что в три раза больше, чем в 2017 г. (рис. 1) [2]. При этом из 1634,9 млрд руб. заложено в Федеральный бюджет 1099,6 млрд. руб., а 535,3 млрд руб. предусмотрено из внебюджетных источников.



Рис. 1. Состав национального проекта «Цифровая экономика»

Отдельное внимание в развитии цифровой экономики уделяется системе образования. Конфигурация глобальных рынков претерпевает значительные изменения под действием цифровизации. Многие традиционные индустрии теряют свою значимость в структуре мировой экономики на фоне быстрого роста новых секторов, генерирующих кардинально новые потребности. Определяющее значение в происходящей трансформации приобретают исследования и разработки, что требует создания системы управления исследованиями и разработками в области цифровой экономики, обеспечивающей координацию усилий заинтересованных сторон — представителей федеральных органов исполнительной власти, компаний, высших учебных заведений и научных организаций.

В системе образования расширяется применение цифровых технологий. Образовательные организации имеют выход в сеть Интернет и представлены там на своих сайтах в соответствии с государственными требованиями. Нормативно, технологически и содержательно обеспечен курс информатики и информационно-коммуникационных технологий в программах общего образования, ведется подготовка кадров для цифровой экономики.

Однако численность подготовки кадров и соответствие образовательных программ нуждам цифровой экономики недостаточны. Имеется серьезный дефицит кадров в образовательном процессе всех уровней образования. В процедурах итоговой аттестации недостаточно применяются цифровые инструменты учебной деятельности, процесс не включен целостно в цифровую информационную среду. Также в России создана инфраструктура науки и инноваций, представленная различными институтами развития, технопарками, бизнес-инкубаторами, которую можно и нужно использовать в целях развития цифровой экономики.

В программе развития цифровой экономики основными целями базового направления, касающегося кадров и образования, являются:

- создание ключевых условий для подготовки кадров цифровой экономики;
- совершенствование системы образования, которая должна обеспечивать цифровую экономику компетентными кадрами;
- рынок труда, который должен опираться на требования цифровой экономики;
- создание системы мотивации по освоению необходимых компетенций и участию кадров в развитии цифровой экономики России.

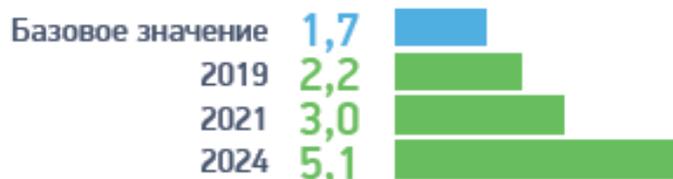
Развитию цифровой экономики России сегодня препятствуют новые вызовы и угрозы, прежде всего это: проблемы обеспечения прав человека в цифровом мире, в том числе при идентификации (соотнесении человека с его цифровым образом), сохранности цифровых данных пользователя, а также проблема обеспечения доверия граждан к цифровой среде; угрозы личности, бизнесу и государству, связанные с тенденциями к построению сложных иерархических информационно-телекоммуникационных систем, широко использующих виртуализацию, удаленные (облачные) хранилища данных, а также разнородные технологии связи и оконечные устройства; наращивание возможностей внешнего информационно-технического воздействия на информационную инфраструктуру, в том числе на критическую информационную инфраструктуру; рост масштабов компьютерной преступности, в том числе международной; отставание от ведущих иностранных государств в развитии конкурентоспособных информационных технологий; зависимость социально-экономического развития от экспортной политики иностранных государств; недостаточная эффективность научных исследований, связанных с созданием перспективных информационных технологий, низкий уровень внедрения отечественных разработок, а также недостаточный уровень кадрового обеспечения в области информационной безопасности.

С учетом целей и задач развития цифровой экономики в Российской Федерации, формируется система управления, которая включает представителей всех заинтересованных сторон в развитии цифровой экономики (органов государственной власти, бизнеса, гражданского общества и научно-образовательного сообщества).

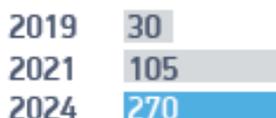
Достижение запланированных характеристик цифровой экономики Российской Федерации обеспечивается за счет достижения следующих показателей к 2024 г., представленных на рис. 2 [1].

В целях реализации федерального проекта вводится модель «Цифровой университет», под которым понимается совокупность методологических подходов, цифровых технологий и технологических решений (в том числе информационных ресурсов, сервисов и инфраструктуры), обеспечивающих соответствие образовательной и научно-исследовательской деятельности, а также управленческих процессов образовательной организации высшему образованию требованиям цифровой экономики.

1.1 ВНУТРЕННИЕ ЗАТРАТЫ НА РАЗВИТИЕ ЦИФРОВОЙ ЭКОНОМИКИ ЗА СЧЕТ ВСЕХ ИСТОЧНИКОВ ПО ДОЛЕ В ВВП (%)



Обучение специалистов по компетенциям цифровой экономики (тыс. чел.)*



Обучение по развитию компетенций цифровой экономики в рамках государственной системы персональных цифровых сертификатов (тыс. чел.)*



- 120 тыс.** человек будут приняты на программы высшего образования в сфере информационных технологий к концу 2024 г.
- 10 млн** человек пройдет обучение по онлайн программам развития цифровой грамотности к концу 2024 г.
- 100 %** государственных вузов внедрят элементы модели «Цифровой университет» к концу 2023 г.
- 120 млрд руб.** частных инвестиций будут привлечены в проекты по разработке и коммерциализации продуктов и сервисов на базе «сквозных» цифровых технологий до конца 2021 г.
- 1350** коммерчески ориентированных научно-технических проектов в области «сквозных» цифровых технологий получат грантовую поддержку до конца 2021 г.

Рис. 2. Запланированные показатели по направлению «Кадры цифровой экономики»

К 2024 г. государство намерено осуществить комплексную цифровую трансформацию экономики и социальной сферы России. Для этого необходимо разработать законодательство о цифровых технологиях, модернизировать цифровую инфраструктуру, внедрить цифровые практики во всех ключевых сферах экономики и госуправления, наладить подготовку кадров для переходного периода.

Библиографический список

6. Паспорт национальной программы «Цифровая экономика Российской Федерации» [Электронный ресурс] : утв. президиумом Совета при Президенте РФ по стратегическому развитию и национальным проектам, протокол от 24.12.2018 № 16 // СПС «КонсультантПлюс».
7. Национальные проекты Российской Федерации до 2024 г. [Электронный ресурс] // Fincan.ru. Ваш гид в мире финансов. — Режим доступа: http://fincan.ru/articles/92_nacionalnyje-projekty-rossijskoj-federacii-do-2024-goda/ (дата обращения: 10.04.2018).

УДК 378:376

Статья посвящена проблеме социально-психологического сопровождения студентов с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов в условиях обучения в вузе. Перечислены психологические проблемы и существующие сложности с учетом заболеваний студентов. Рассматриваются основные виды психологической диагностики и коррекционной работы (тренинга) для студентов с ограниченными возможностями здоровья. Представлены основные направления и принципы социально-психологического сопровождения.

Ключевые слова: социально-психологическое сопровождение, диагностика, инвалиды, ассертивное поведение, психическое состояние, психологический тренинг, коррекционная работа.

Н. Н. Мачурова,
кандидат психологических наук, доцент
(Сыктывкарский лесной институт)

СОЦИАЛЬНО-ПСИХОЛОГИЧЕСКОЕ СОПРОВОЖДЕНИЕ СТУДЕНТОВ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ И ИНВАЛИДОВ В УСЛОВИЯХ ОБУЧЕНИЯ В ТЕХНИЧЕСКОМ ВУЗЕ (НА ПРИМЕРЕ СЫКТЫВКАРСКОГО ЛЕСНОГО ИНСТИТУТА)

Согласно Конвенции о правах инвалидов (ООН, 2006), инвалиды должны иметь равные возможности для реализации своих прав и свобод во всех сферах жизнедеятельности. Поэтому учебные заведения организуют получение образования обучающимися с ограниченными возможностями здоровья в силу Федерального закона «Об образовании в Российской Федерации». Содержание образования и условия организации обучения и воспитания обучающихся с ограниченными возможностями здоровья определяются адаптированной образовательной программой, а для инвалидов также в соответствии с индивидуальной программой реабилитации инвалида. Образование обучающихся с ограниченными возможностями здоровья может быть организовано как совместно с другими обучающимися, так и в отдельных группах [1].

В технический вуз чаще всего поступают молодые люди с такими заболеваниями, как сахарный диабет, эпилепсия (не технические специальности), детский церебральный паралич, травмы опорно-двигательного аппарата, бронхиальная астма. У студентов с такими заболеваниями могут возникнуть следующие психологические проблемы: субъективное ощущение одиночества, потеря веры в выздоровление, снижение самооценки, повышенная ранимость, лабильность психики, приводящие к повышенной конфликтности.

Такое направление работы, как социально-психологическое сопровождение студентов с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов, реализуется в случае необходимости помощи психолога таким студентам (подключение психолога к работе при проблемах у студентов или личное обращение студента к психологу).

Социально-психологическое сопровождение студентов с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов имеет несколько целей: повышение общей психологической, профессиональной и деловой культуры общения обучающихся с ограниченными возможностями здоровья и обучающихся инвалидов; развитие адекватного представления о себе и окружающих.

Задачами выступают:

- развитие и коррекция личности студента с ограниченными возможностями здоровья;
- его профессиональное становление с помощью психодиагностических процедур;
- психопрофилактики и коррекции личностных качеств обучающихся, имеющих проблемы в обучении, общении и социальной адаптации №
- практическое обучение приемам освоения коммуникативных навыков, необходимых в сфере активного общения.

Выявление проблем студента с ограниченными возможностями здоровья (инвалида) в образовательном процессе происходит в ходе массовой диагностики, сбора информации о существе возникших проблем [2, с. 417]. Особенности психологических проблем представлены в табл. 1.

Таблица 1. Психологические проблемы студентов с ограниченными возможностями здоровья (инвалида)

Наименование заболевания	Заболевания	Психологические проблемы	Пути решения психологических проблем
1. Нарушения опорно-двигательного аппарата (НОДА)	- ДЦП - Травмы ОДА	- Повышенная ранимость - Лабильность психики	Беседа и все методы коррекции направлены: - на повышение эмоционально-волевой и социальной активности,
2. Нервно-психические нарушения НПН	- Эпилепсия	- Снижение самооценки - Потеря веры в выздоровление	- коррекция установок и отношений к различным социально-бытовым условиям, - адекватное отношение к симптомам заболевания
3. Соматические заболевания (СЗ)	- Гипертоническая болезнь - Ишемическая болезнь сердца - Бронхиальная астма - Сахарный диабет	- Астенические состояния - Субъективное ощущение одиночества - «Пограничные неврозоподобные расстройства	- при некоторых заболеваниях противодействие возникновению симптомам заболевания <u>Соблюдение студентом правил:</u> - Достаточный сон, - Исключение алкоголя - Регулярное посещение лечащего врача
4. Нарушение слуха, речи (НСР)	- Потеря слуха разной степени	(тревоги, страхи, беспокойства, навязчивые состояния)	<u>Для эпилептиков:</u> - Регулярный прием препаратов
5. Нарушение зрения (НЗ)	- Потеря зрения разной степени		- Избегание ярких мерцающих источников света - Ведение (тщательное) календаря приступов
6. На кресле-коляске (К/К)	- Инвалидность		

Для исследования психологических особенностей личности студента с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов можно использовать следующие методы:

Диагностика психических состояний:

1. Выявление функционального состояния — тест Люшера — основанный на предположении о том, что выбор цвета отражает нередко направленность испытуемого на определенную деятельность, настроение, функциональное состояние и наиболее устойчивые черты личности.

2. Выявление уровня фрустрации — методика Розенцвейга, определяющая поведенческие реакции личности в стрессовых и фрустрирующих ситуациях (т. е. в ситуациях, вызывающих психологическую напряженность, переживания, ощущения субъективной непреодолимости барьера).

3. Оценка самочувствия, активности и настроения — опросник САН — для оперативной оценки самочувствия, активности и настроения.

4. Выявление самооценки — шкала Дембо — Рубинштейна; методика Лири — для исследований субъекта о себе и идеальном «Я».

5. Выявление представлений субъекта о себе — методика диагностики межличностных отношений Т. Лири — для изучения взаимоотношений в малых группах. С помощью данной методики выявляется преобладающий тип отношений к людям в самооценке и взаимооценке.

6. Оценка уровня личностной тревожности — шкала оценки уровня реактивной и личностной тревожности (Ч. Д. Спилберг, Ю. Л. Ханин) — данный тест является надежным информативным способом самооценки уровня тревожности в данный момент (реактивная тревожность как состояние) и личностной тревожности (как устойчивая характеристика человека).

7. Диагностика депрессивных состояний — шкала депрессии — дифференциальная диагностика депрессивных состояний.

Диагностика психических свойств личности и особенностей общения:

1. Исследование индивидуальности — тест Кеттелла — тест универсален, практичен, дает многогранную информацию об индивидуальности.

2. Диагностика направленности личности ДНЛ. Определение личностной направленности (на себя, на общение, на дело).

3. Исследование типа личности, темперамента — методика Кейрси;

4. Определение стратегии психологической защиты в общении — методика диагностики доминирующей стратегии психологической защиты в общении В. В. Бойко.

5. Определение уровня субъективного контроля над разнообразными жизненными ситуациями — метод исследования уровня субъективного контроля (УСК).

6. Изучение взаимоотношений в малых группах — методика диагностики межличностных отношений Т. Лири.

7. Выявление ведущего стиля поведения в конфликте — тест К. Томаса

Диагностика профессиональной направленности:

1. Выявление направленности личности на тот или иной тип профессий — дифференциально-диагностический опросник (ДДО).

2. Выявление типа личности и сферы деятельности — тест Голланда.

3. Выявление круга интересов личности — методика «Карта интересов»

Для диагностики психического состояния, свойств личности, особенностей психологической защиты [3, с. 215], а также профессиональной направленности можно использовать и другие методы в зависимости от потребности.

Помощь студенту-инвалиду в гармонизации отношений к себе самому, к социальному окружению, повышении уверенности в себе можно оказать с помощью следующих методов: психотерапевтической беседы, аутогенной тренировки, гештальт-терапии, видеокомпьютерной психодиагностики и психокоррекции профессора А. Н. Анушвили [4, с. 27].

Для коррекционной работы со студентами с ограниченными возможностями здоровья (инвалида) используются социально-психологические тренинги, целью которых является привлечение студентов с ОВЗ и инвалидов в работу в группе студентов. Задачами коррекционной работы выступают: понимание (видение) сильных и слабых сторон своей личности; осознание и принятие своей ценности; сформировать умение противостоять враждебности и манипуляции; действовать с позиции «веры в себя».

На наш взгляд, наиболее эффективными тренингами для коррекционной работы являются: «Формирование навыков асертивного поведения студентов вуза»; «Обучение ораторскому искусству» (профессиональное самоопределение студентов); «Профессиональный путь молодежи. Встреча с работодателем».

В процессе тренинговой работы используются следующие основные принципы [5]:

1. Принцип изменения — способность к преобразованию действительности, изменению себя и других.

2. Принцип безграничных возможностей человека, демонстрация того, что он хочет, что он может и что он есть.

3. Принцип интегративности — единство различных структур и уровней организации психического развития личности, что взаимообуславливает возникшие изменения в поведении личности.

4. Принцип направленности на применение полученных установок в жизнь. Это принцип позволит перенести полученный опыт на практику.

5. Принцип ненасильственного отношения к окружающим, формирование альтруистической позиции.

6. Принцип «о'кейности». Такая установка подчиняет себе все поведение человека, превращая его из неудачника, проигрывающего человека, в уверенного в себе и успешного.

7. Принцип добровольности участия.

8. Принцип обратной связи, что позволяет корректировать свое последующее поведение, заменяя неудачные приемы воздействия на новые, более эффективные для окружающих.

9. Принцип включенности. Преподаватель выступает в роли участника всех упражнений и осуществляет наблюдение изнутри, кроме тех, где необходимо следить за временем и безопасностью в процессе выполнения задания.

10. Принцип погружения. Продолжительность занятий определяется в самом начале работы.

11. Принцип неконкурентности отношений, что позволяет создать атмосферу доверия, сотрудничества, обеспечить максимальный психологический комфорт каждому участнику тренинга.

12. Принцип конфиденциальности.

13. Принцип выбора — выбора в сторону «Развития и личностного роста».

Тренинг по формированию навыков асертивного поведения студентов вуза состоит из четырех блоков: когнитивной сферы, эмоциональной, поведенческой и нравственной.

Когнитивная сфера включает формирование асертивной установки, формирование убеждений, без которых невозможно осмысление окружающей действительности, а следовательно, и формирование жизненной позиции человека; понимание (видение) сильных и слабых сторон своей личности; осознание и принятие своей ценности.

Эмоциональная сфера обеспечивает активное, открытое выражение человеком своих переживаний, мыслей и чувств, проникновение в чувства другого, а также эмоциональную уравновешенность поведения; снижение враждебных и агрессивных реакций; стремление к открытости выражения своих мыслей, чувств и переживаний, проникновение в чувства другого.

Поведенческая сфера включает условно-рефлекторное закрепление новых форм поведения. Этот уровень выражается в конкретных поведенческих умениях, сформированных навыков, позволяющих осуществлять контроль поведения в ситуации агрессии: не дать себе уйти в неуверенность или враждебность; сформировать умение противостоять враждебности и манипуляции; действовать с позиции «веры в себя».

Нравственная сфера связана с формированием добрых чувств в отношении окружающих. Такая позиция срабатывает как на внутреннем, так и на внешнем уровне поведения и проявляется в способности «не сотрудничать со злом»; позитивное отношение к себе и другим людям; развитие самоуважения и ответственности по отношению к людям.

Работа со студентами проводится в три этапа:

1. Развитие личностной сферы: ориентировочно-поисковый этап, который направлен на формирование самопознания, погружение в свой внутренний мир и ориентацию в нем; открытие сильных сторон личности. «Сильные стороны» рассматриваются как внутренняя опора личности, как возможность, данная человеку для достижения поставленных целей, для самореализации.

2. Повышение уровня уверенности в себе: уверенность в себе является одной из базовых характеристик асертивного поведения, так как только уверенная личность способна противостоять различного рода манипуляциям и агрессии. Поэтому для того чтобы сформировать уверенность в себе, первоначально

необходимо повысить доверие к себе, которое невозможно без таких умений, как: понимать свои желания и чувства и открыто говорить о них; говорить о себе в позитивном ключе; видеть и понимать чувства другого; открыто отражать чувства и желания других.

3. Формирование альтруистических умений. К числу таких умений относятся аутентичность, открытость, доверие, уважение, внимательность к людям, готовность оказывать им помощь и поддержку. Глубина и искренность в отношениях между людьми будет в первую очередь зависеть от того, насколько участники тренинга смогут выражать свои чувства и желания в присутствии друг друга: «Ограничение или сокрытие чувств мешают человеку вести себя конструктивно в отношении с другими» [6, с. 157].

Завершающим этапом тренинга было осуществление обратной связи с группой в вопросах оценки студентами своего поведения в направлении движения к ассертивности до и после проведения тренинга; об изменении своего психологического самочувствия.

Тренинг «Обучение ораторскому искусству» (профессиональное самоопределение студентов) нацелен на практическую подготовку студентов к встрече с работодателем и профессиональной деятельности. Цель — практическая подготовка студентов любых курсов и форм обучения к профессиональной деятельности; вовлечение студентов с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов в активную деятельность. Задачами тренинга являются:

1) формирование:

– умения выделять этапы деятельности в процессе подготовки к публичному выступлению;

– навыков выступления перед аудиторией;

– умения работать в команде;

– нужных характеристик лидера путем отбора и усиления уже имеющихся;

2) обучение студентов владению языком тела, языком общения с аудиторией, формирование некоторых навыков:

– пользования основными контактоустанавливающими средствами; использования психологических приемов в деловом общении; использования различных категорий вопросов при проведении деловой беседы;

– подготовки: письменного текста к устному выступлению; ораторского выступления; целостного анализа ораторского выступления;

– проведения групповой дискуссии и мозгового штурма; ведения переговоров;

– использования этикетно-речевых формул по телефону;

– способа выхода из конфликтных ситуаций.

В ходе реализации проекта предполагается работа со студентами по нескольким направлениям, которые будут способствовать эффективной подготовке к профессиональной деятельности.

Первое направление включает в себя стадию профессионального самоопределения студента. В первую очередь это расширение диапазона применения способностей за счет ориентации в своих потребностях и мотивах (профориен-

тация — тестирование, консультация); организационные вопросы ораторского искусства; формирование умения написания публичного текста.

Второе направление представляет собой семинар-тренинг по формированию элементов асертивного поведения (уверенности в себе, настойчивости, доброжелательности к окружающим, правильного распределения энергии).

Третьим направлением является работа с логопедом по постановке голоса и правильного дыхания.

Четвертое направление включает в себя тренинг по актерскому мастерству.

Пятое направление — тренировка публичного выступления. Здесь ставятся задачи правильной ориентации в ситуации, умения отвечать на сложные вопросы, защиты своих интересов, контроль за собственными эмоциями в процессе взаимодействия с аудиторией.

Третий тренинг «Профессиональный путь молодежи. Встреча с работодателем» имеет цель оказания профессиональной помощи студентам, школьникам и лицеистам при выборе их профессионального пути. Задачами выступают:

- 1) проведение психологического тестирования и консультаций при ориентации молодых людей на их профессиональный путь;
- 2) проведение юридических консультаций при ориентации молодых людей на их профессиональный путь;
- 3) раскрытие будущих абитуриентов, имеющих профессиональную направленность на технические специальности лесного института;
- 4) выявление студентов первокурсников с нарушениями адаптации к учебному процессу;
- 5) оказание помощи студентам с нарушениями адаптации к учебному процессу;
- 6) подготовка студентов к встрече с работодателями.

В ходе реализации проекта и решения поставленных задач предполагается работа по трем направлениям, которые в наибольшей степени позволяют оказать профессиональную помощь студентам при выборе их профессионального пути:

- 1) профессиональная ориентация студентов;
- 2) особенности адаптации студентов к условиям обучения в институте;
- 3) особенности адаптации студентов к будущей профессии.

Работа по этим направлениям строится посредством: психологических и юридических консультаций при выборе молодыми людьми своего профессионального пути; семинаров для кураторов студенческих групп при работе с дезадаптированными студентами; семинаров для студентов при их подготовке к встрече с работодателем.

На каждом направлении деятельности ставятся свои задачи:

1. Профессиональная ориентация студентов: выявление ведущих мотивов при выборе студентами специальности и своего профессионального пути; выявление особенностей интересов студентов, направленности его личности; выявление необходимых и достаточных качеств личности студентов, которые способствуют выполнению профессиональной деятельности на высоком уровне.

2. Особенности адаптации студентов к условиям обучения в институте: определение адаптации как социально-психологического явления; определение структуры адаптационных механизмов; выделение критериев адаптации и дезадаптации студенческой молодежи к институту; выявление студентов с нарушением адаптационных механизмов к учебному процессу; организация семинара для кураторов студенческих групп при проведении работы со студентами для снижения уровня дезадаптации.

3. Особенности адаптации студентов к будущей профессии: определение факторов, способствующих формированию лидерских качеств молодого человека, необходимых для управленческой деятельности выпускника вуза любой специальности; диагностика правильного понимания выпускником института самого себя, своих деловых и личных качеств, которые соответствовали бы требованиям, предъявляемым к сотруднику организации; определение понимания выпускником института тех социально-психологических механизмов, тех взаимосвязей, которые возникают в системе «организация — работник»;

Как в условиях тренинга, так и в условиях учебного процесса существуют общие правила этикета при общении с инвалидами: обращение непосредственно к инвалиду, а не к сопровождающему его человеку; адекватность и вежливость; внимательность и терпеливость; расчет на свой здравый смысл и способность к сочувствию. Оказание услуги в учреждении и общение будут эффективными только при отношении к другому человеку как к себе самому и уважении к нему [7].

Библиографический список

1. Об образовании в Российской Федерации [Электронный ресурс] : Федеральный закон от 29 декабря 2012 г. № 273-ФЗ // СПС «КонсультантПлюс».
2. Психотерапия [Текст] / под ред. Б. Д. Карвасарского. — Санкт-Петербург : Питер, 2000. — 544 с.
3. Мачурова, Н. Н. Психологические защитные механизмы как этнические бессознательные стереотипы в поведении сказочных персонажей и литературных героев коми писателей [Текст] / Н. Н. Мачурова, С. К. Мачуров // Третьи Мяндинские чтения : сб. науч. трудов по материалам Всеросс. науч. конф. (8—9 июля 2015 г., г. Сыктывкар). — Сыктывкар : Изд-во СГУ им. Питирима Сорокина, 2016. — С. 214—222.
4. Ануашвили, А. Н. Объективная психология на основе волновой модели мозга [Текст] / А. Н. Ануашвили. — Москва : Экон-Информ, 2008. — 292 с.
5. Хохлова, Е. В. Конструктивная агрессивность в формировании навыков асертивного поведения студентов вуза [Текст] : дис. ...канд. псих. наук : 19.00.07 : защищена 23.06.2008 : утв. / Хохлова Елена Васильевна. — Нижний новород, 2008. — 220 с.
6. Мелибруда, Е. Я — Ты — Мы: Психолог. Возможности улучшения общения [Текст] / Е. Мелибруда. — Москва : Прогресс, 1986. — 256 с.
7. Прудинник, Т. Как правильно вести себя с инвалидом [Электронный ресурс] / Т. Прудинник. — Режим доступа: <http://www.interfax.by/article/56700>. — Загл. с экрана.

УДК 331.29

Рассмотрены факторы, определяющие состав выплат в пользу работника. Приведены основные признаки группировки затрат на оплату труда в бухгалтерском, налоговом и статистическом учете.

Ключевые слова: затраты на оплату труда, группировка, вознаграждения работникам, бухгалтерский учет, налоговый учет, статистика оплаты труда.

Е. В. Морозова,
кандидат экономических наук
(Сыктывкарский лесной институт)

ГРУППИРОВКА ЗАТРАТ НА ОПЛАТУ ТРУДА

Состав затрат на оплату труда персонала экономического субъекта зависит от системы учета, в которой обобщается и систематизируется исходная информация. Исходной информацией выступают задокументированные хозяйственные операции или факты хозяйственной жизни о предоставлении вознаграждения работнику за оказанные им услуги по договору, заключенному между работником и работодателем, либо предоставление вознаграждения по иному юридическому основанию.

К основным факторам, определяющим состав выплат в пользу работника, можно отнести:

– юридическое основание для выплаты вознаграждения. Это может быть трудовой договор, договор гражданско-правового характера, решение суда, решение органа службы занятости. На практике нередки случаи, когда работодатель предоставляет бывшим работникам материальную помощь, выплачивает надбавки к пенсии, компенсирует расходы на лечение и производит другие выплаты социального характера. Юридическим основанием для таких выплат являются локальные нормативные акты организации, например, положение об оплате труда;

– систему оплаты труда, предусмотренную трудовым договором;

– квалификацию работника, условия работы, количество и сложность выполняемых заданий;

– применяемые формы оплаты. Договором с работником (приложением к договору), локальными нормативными актами могут быть предусмотрены выплаты в неденежной форме.

Видов выплат в пользу работников великое множество. Их названия определяются в первую очередь на основе норм трудового законодательства (например, оклад, часовая тарифная ставка, премия, доплата, материальная помощь и т. п.). Так как вознаграждения работникам являются объектом обложения НДФЛ, страховыми взносами, а также объектом статистического наблюдения, то названия выплат определяются также с учетом формулировок видов выплат работникам, используемых в главе 23 «НДФЛ», 34 «Страховые взносы» НК РФ и в нормативных актах Росстата.

После документирования и расчета вознаграждений работникам происходит группировка затрат на оплату труда в бухгалтерском, налоговом и статистическом учете.

В бухгалтерском учете основными группировками затрат на оплату труда являются, по нашему мнению, следующие (рис. 1):

1. *По объектам финансового учета* — в момент признания вознаграждения персоналу формируют стоимость активов или формируют расходы, а затем финансовый результат отчетного периода. Такая группировка соответствует выделению укрупненных объектов финансового учета и отчетности — активов и расходов. Хозяйственный кругооборот предусматривает, что затраты становятся расходами после выбытия активов, но этот процесс не отображен на рис. 1.

При изучении бухгалтерского учета применяется группировка затрат ресурсов, в том числе и трудовых, по основным хозяйственным процессам — затраты в процессе заготовления, производства и реализации.

2. *По аналитическим признакам, необходимым для исчисления себестоимости производимой продукции и контроля над производственными затратами* — по видам экономической деятельности, местам возникновения затрат (структурным подразделениям, технологическим переделам, видам продукции и т. п.) и статьям затрат.

3. *По элементам затрат*. Данная группировка требуется для представления информации в составе финансовой отчетности.



* Управленческие расходы могут сразу формировать финансовый результат или включаться в себестоимость произведенной продукции в зависимости от принятой учетной политики

Рис. 1. Затраты и расходы на оплату труда в бухгалтерском учете: группировка по объектам финансового учета и отчетности

Международный стандарт финансовой отчетности IAS 19 «Вознаграждения работникам» содержит классификацию, оценку и условия признания активов и обязательств, связанных с выплатами в пользу работников. К вознаграждениям, перечисленным в IAS 19, можно применить следующие признаки [1]:

1. *Основание для выплаты вознаграждений*: в соответствии с соглашениями (договорами) между организацией и ее работниками или их представителями; в соответствии с требованиями законодательства; в соответствии со сложившейся практикой.

8. *Срок, в течение которого произойдут выплаты работникам*: краткосрочные и долгосрочные вознаграждения.

9. *Правила признания и оценки в финансовом учете*: (а) краткосрочные вознаграждения; (б) вознаграждения по окончании трудовой деятельности; (в) прочие долгосрочные вознаграждения работникам; (г) выходные пособия.

Группировка расходов для целей налогообложения прибыли определена главой 25 «Налог на прибыль организаций» НК РФ. В главе 25 НК РФ выделены несколько классификационных признаков расходов, которые применимы и к расходам на оплату труда [2]:

1. *Участие в формировании налогооблагаемой базы* — расходы, формирующие и не формирующие объект налогообложения.

2. *Характер, условия осуществления и направления деятельности* — расходы, связанные с производством и реализацией, и внереализационные расходы.

3. *Виды (состав) расходов на производство и реализацию*: (а) связанные с изготовлением (производством), хранением и доставкой товаров, выполнением работ, оказанием услуг, приобретением и (или) реализацией товаров (работ, услуг, имущественных прав); (б) на содержание и эксплуатацию, ремонт и техническое обслуживание основных средств; (в) на освоение природных ресурсов; (г) на НИОКР; (д) на обязательное и добровольное страхование; (е) прочие расходы, связанные с производством и (или) реализацией.

4. *Экономические элементы*. Данная классификация применяется к расходам на производство и реализацию. Статья 255 НК РФ содержит открытый перечень расходов на оплату труда. Его основу составляют выплаты, предусмотренные трудовым законодательством, выплаты по договорам ГПХ, а также расходы на персонал, формирующие «социальный пакет» работодателя — по договорам добровольного страхования в пользу работников; на возмещение затрат по уплате процентов по займам (кредитам) на приобретение и (или) строительство жилого помещения; расходы на оплату услуг по организации туризма, санаторно-курортного лечения и отдыха на территории России.

5. *Распределение между отчетными (налоговыми) периодами* — прямые и косвенные расходы.

Схематично классификация расходов по перечисленным признакам приведена на рис. 2.

В «Рекомендациях по совершенствованию статистики оплаты труда, стоимости рабочей силы» отмечено, что статистическое измерение заработной платы и

стоимости рабочей силы зависят от принятой концепции оплаты труда. Ключевыми концепциями в сфере оплаты труда названы понимание заработной платы как цены труда, как дохода наемного работника и как затрат работодателя. Одновременно со статистикой труда формировалось понятие оплаты труда как части системы национальных счетов (СНС). Измерение оплаты труда в СНС имеет много общего со статистикой труда, но вместе с тем есть и отличия, обусловленные необходимостью интеграции отплаты труда с другими разделами СНС [3].



Рис. 2. Группировка затрат на оплату труда в составе расходов в налоговом учете

Заработная плата как цена труда. Согласно данной концепции, в систему показателей оплаты труда включаются затраты работодателя в пользу работника за выполнение им трудовых функций в денежной и натуральной формах. Выплаты, носящие разовый характер — выходные пособия, взносы на обязательное и добровольное социальное страхование, не включаются в состав заработной платы.

Заработная плата как доход работника от занятости по найму. Система показателей оплаты труда шире, чем в первой концепции, так как дополнительно включает единовременные денежные выплаты и премии, выплаты и услуги социального характера, полученные от работодателя или системы социального страхования, если они связаны с работой работника у работодателя.

Заработная плата как затраты работодателя. Призвана отразить все расходы работодателя на наемный персонал, в том числе на профессиональное обучение, на пенсионное страхование, культурно-бытовое обслуживание, командировочные расходы.

Статистическое измерение оплаты труда в СНС включает два основных компонента — оплату труда наемного работника в денежной и натуральной формах и отчисления в разные программы социального страхования, связанные с занятостью. По составу показателей затраты на оплату труда в СНС ближе всего к концепции заработной платы как затрат работодателя.

В таблице приведены компоненты затрат на оплату труда в разных статистических концепциях измерения оплаты труда и СНС. Компоненты затрат на оплату труда соответствуют Международной стандартной классификации расходов на рабочую силу, принятой резолюцией 11-й Международной конференции статистиков труда в 1966 г.

Компоненты затрат на оплату труда в разных концепциях заработной платы [3]

Компоненты затрат на оплату труда	Концепции заработной платы			
	цена труда	доход работника от занятости по найму	затраты работодателя	СНС
1. Оплата за отработанное время	+	+	+	+
2. Оплата за неотработанное время:				
- ежегодных и дополнительных отпусков	+	+	+	+
- праздничных дней	+	+	+	+
- льготных часов работы	+	+	+	+
- простоев не по вине работника, вынужденных прогулов	+	+	+	+
- выходное пособие за счет работодателя	-	+	+	+
3. Единовременные поощрительные выплаты (по итогам работы за год, из прибыли предприятия, др.)	+	+	+	+
4. Оплата питания, проживания, топлива, включаемые в заработную плату	+	+	+	+
5. Расходы организации по обеспечению работников жильем работников	-	+	+	+
6. Расходы организации на социальную защиту работников:				
- материальная помощь и прямые выплаты работодателя, приравненные к выплатам по социальному страхованию	-	+	+	+
- фактические отчисления работодателя на социальное страхование	-	-	+	+
- условно исчисленные отчисления работодателя на социальное страхование	-	-	-	+
- суммы, полученные из системы социального страхования для выплаты работникам	-	+	-	-
7. Расходы на профессиональное обучение	-	-	+	-
8. Расходы на культурно-бытовое обслуживание	-	-	+	-
9. Расходы на рабочую силу, не отнесенные к другим группам (командировочные расходы, на спецодежду и т. д.)	-	-	+	-
10. Налоги и сборы, связанные с использованием рабочей силы	-	-	+	-

Компоненты затрат на оплату труда в соответствии с отечественной методологией статистического наблюдения приведены на рис. 4 (рисунок составлены на основе [4]). Вознаграждения работникам могут предоставляться в денежной и натуральной формах.



Рис. 3. Группировка затрат на оплату труда в форме статистического наблюдения П-4 «Сведения о численности и заработной плате работников»

Как видно из рис. 4, в форме статистического наблюдения П-4 использована концепция заработной платы как цены труда.

Расчет или, выражаясь бухгалтерской терминологией, начисление вознаграждений работникам в бухгалтерском учете обеспечивает информационную базу для последующей систематизации и группировки затрат на оплату труда как в системе бухгалтерского финансового учета, так и в других видах хозяйственного учета. Информация каждого вида учета имеет свою область применения и специфику, поэтому группированные признаки весьма различны.

В текущем российском бухгалтерском учете первичным признаком группировки затрат на оплату труда выступает объект, к которому относится использование трудовых ресурсов — укрупненно это активы или расходы. При составлении финансовой отчетности используется группировка по элементам затрат, которая приводится в пояснениях к бухгалтерскому балансу и отчету о финансовых результатах. В дальнейшем должен появиться федеральный стандарт учета, аналогичный IAS 19, требующий раскрытия в финансовой отчетности видов и сумм вознаграждений, выплачиваемых персоналу организации.

Для целей налогового учета первичными группированными признаками выступают «участие в формировании налогооблагаемой базы» и «характер, условия осуществления и направления деятельности». Второй признак схож по смыслу с бухгалтерским делением расходов на связанные с обычными видами деятельности и прочие расходы. Но отмеченная схожесть не привела к идентичности названия и состава показателей.

Для целей статистики оплаты труда не важны источники финансирования и экономические объекты, формируемые при использовании трудовых ресурсов. Первичными группированными признаками являются вид экономической деятельности, категория персонала и компоненты или виды затрат на оплату труда.

Библиографический список

1. Международный стандарт финансовой отчетности (IAS) 19 «Вознаграждения работникам» [Электронный ресурс] : введен в действие на территории Российской Федерации приказом Минфина России от 28.12.2015 № 217н // СПС «Консультант Плюс» (дата обращения: 29.06.2019).

2. Налоговый кодекс Российской Федерации (часть вторая) [Электронный ресурс] : от 05.08.2000 № 117-ФЗ : принят Гос. Думой 19.07.2000 // СПС «Консультант Плюс» (дата обращения: 29.06.2019).

3. Рекомендации по совершенствованию статистики оплаты труда, стоимости рабочей силы [Электронный ресурс] : Межгосударственный статистический комитет Содружества независимых государств, Москва, 2015. — Режим доступа : [http://www.cisstat.com/CIS_Labourstat/Recommendations %20for %20the %20improvement %20of %20wage %20statistics, %20employment %20cost.pdf](http://www.cisstat.com/CIS_Labourstat/Recommendations%20for%20the%20improvement%20of%20wage%20statistics,%20employment%20cost.pdf) (дата обращения: 29.06.2019).

2. Об утверждении Указаний по заполнению форм федерального статистического наблюдения № П-1 «Сведения о производстве и отгрузке товаров и услуг», № П-2 «Сведения об инвестициях в нефинансовые активы», № П-3 «Сведения о финансовом состоянии организации», № П-4 «Сведения о численности и заработной плате работников», № П-5(м) «Основные сведения о деятельности организации» [Электронный ресурс] : приказ Росстата от 22.11.2017 № 772 (дата обращения: 29.06.2019).

УДК 657

В статье рассмотрен опыт формирования образовательных программ по профилю «Бухгалтерский учет, анализ и аудит» в Сыктывкарском лесном институте на основе требований профессионального стандарта «Бухгалтер». Определенные профессиональным стандартом «Бухгалтер» трудовые функции и требуемые для их выполнения знания, навыки и умения являются ориентиром для описания компетенций образовательной программы, которые должны освоить учащиеся к моменту завершения процесса обучения.

Ключевые слова: квалификация, трудовая функция, профессиональный стандарт, бухгалтер, образовательная программа.

Е. В. Морозова,

кандидат экономических наук;

Л. В. Сластихина,

кандидат экономических наук

(Сыктывкарский лесной институт)

ОПЫТ СОПРЯЖЕНИЯ ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО СТАНДАРТА «БУХГАЛТЕР» И ОСНОВНОЙ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ БАКАЛАВРИАТА ИЗ ПРАКТИКИ СЛИ

Образовательные программы подготовки бухгалтеров в Сыктывкарском лесном институте всегда ориентировались на потребности практики. С включением в Трудовой кодекс Российской Федерации понятия «профессиональный стандарт», стало ясно, что будет установлен официальный ориентир формирования профессиональных образовательных программ.

В СЛИ реализуется три образовательные программы «Бухгалтерский учет, анализ и аудит»:

- 1) программа академического бакалавриата,
- 2) программа академического бакалавриата в ускоренные сроки обучения (на базе профильного среднего профессионального образования);
- 3) программа профессиональной переподготовки (на базе высшего образования)

Базой образовательных программ по профилю «Бухгалтерский учет, анализ и аудит» являются действующие нормативные документы:

– Федеральный закон от 29.12.2012 № 273-ФЗ (ред. от 25.12.2018) «Об образовании в Российской Федерации»;

– Приказ Минобрнауки России от 12.11.2015 № 1327 «Об утверждении федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 38.03.01 Экономика (уровень бакалавриата)»;

– «Методические рекомендации по актуализации действующих федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования с учетом принимаемых профессиональных стандартов», утв. Минобрнауки России 22.01. 2015 № ДЛ-2/05вн.

ФГОС 3+ по направлению подготовки 38.03.01 «Экономика» (уровень бакалавриата) определяет общекультурные и общепрофессиональные компетенции и дает вузам право выбора профессиональных компетенций [1]. Нами были выбраны 13 профессиональных компетенций, которыми должен обладать выпускник бакалавриата Сыктывкарского лесного института по профилю «Бухгалтерский учет, анализ и аудит» (табл. 1).

Таблица 1. Профессиональные компетенции, которыми должен обладать выпускник бакалавриата СЛИ по профилю «Бухгалтерский учет, анализ и аудит»

Код	Содержание компетенций
ПК-1	способностью собрать и проанализировать исходные данные, необходимые для расчета экономических и социально-экономических показателей, характеризующих деятельность хозяйствующих субъектов
ПК-2	способностью на основе типовых методик и действующей нормативно-правовой базы рассчитать экономические и социально-экономические показатели, характеризующие деятельность хозяйствующих субъектов
ПК-3	способностью выполнять необходимые для составления экономических разделов планов расчеты, обосновывать их и представлять результаты работы в соответствии с принятыми в организации стандартами
ПК-4	способностью на основе описания экономических процессов и явлений строить стандартные теоретические и эконометрические модели, анализировать и содержательно интерпретировать полученные результаты
ПК-5	способностью анализировать и интерпретировать финансовую, бухгалтерскую и иную информацию, содержащуюся в отчетности предприятий различных форм собственности, организаций, ведомств и т. д. и использовать полученные сведения для принятия управленческих решений
ПК-6	способностью анализировать и интерпретировать данные отечественной и зарубежной статистики о социально-экономических процессах и явлениях, выявлять тенденции изменения социально-экономических показателей
ПК-7	способностью, используя отечественные и зарубежные источники информации, собрать необходимые данные проанализировать их и подготовить информационный обзор и/или аналитический отчет
ПК-8	способностью использовать для решения аналитических и исследовательских задач современные технические средства и информационные технологии
ПК-14	способностью осуществлять документирование хозяйственных операций, проводить учет денежных средств, разрабатывать рабочий план счетов бухгалтерского учета организации и формировать на его основе бухгалтерские проводки
ПК-15	способностью формировать бухгалтерские проводки по учету источников и итогам инвентаризации и финансовых обязательств организации
ПК-16	способностью оформлять платежные документы и формировать бухгалтерские проводки по начислению и перечислению налогов и сборов в бюджеты различных уровней, страховых взносов — во внебюджетные фонды
ПК-17	способностью отражать на счетах бухгалтерского учета результаты хозяйственной деятельности за отчетный период, составлять формы бухгалтерской и статистической отчетности, налоговые декларации
ПК-18	способностью организовывать и осуществлять налоговый учет и налоговое планирование организации

Для увязки общепрофессиональных и выбранных из федерального государственного образовательного стандарта профессиональных компетенций с профессиональными стандартами использовались «Методические рекомендации по актуализации действующих федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования с учетом принимаемых профессиональных стандартов», утв. Минобрнауки России 22.01. 2015 № ДЛ-2/05вн [2].

Согласно Методическим рекомендациям Минобрнауки России, анализировались:

– виды профессиональной деятельности, описанные в утвержденных профессиональных стандартах;

– уровни квалификации, указанные в профессиональных стандартах с целью сопряжения с уровнем высшего образования.

В настоящее время в СЛИ профиль «Бухгалтерский учет, анализ и аудит» направления подготовки «Экономика» включает в себя освоение компетенций, соответствующих четырем профессиональным стандартам:

1. Профессиональный стандарт «Бухгалтер», утв. приказом Министерства труда и социальной защиты РФ № 1061н от 22 декабря 2014 г. [3].

2. Профессиональный стандарт «Специалист по внутреннему контролю (внутренний контролер)», утв. приказом Министерства труда и социальной защиты РФ № 3236н от 22 апреля 2015 г. [4].

3. Профессиональный стандарт «Внутренний аудитор», утв. приказом Министерства труда и социальной защиты РФ № 398н от 24 июня 2015 г. [5].

4. Профессиональный стандарт «Аудитор», утв. приказом Министерства труда и социальной защиты РФ № 728н от 19 октября 2015 г. [6].

Соотношения уровней высшего образования и уровней квалификации, определенных в профессиональных стандартах, приведено в «Методических рекомендациях по актуализации действующих федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования с учетом принимаемых профессиональных стандартов» (табл. 2).

Таблица 2. Соответствие уровней высшего образования и уровней квалификации [2]

Уровень высшего профессионального образования	Уровень квалификации
Бакалавриат (прикладной)	5—6 уровень
Бакалавриат (академический)	Не ниже 6 уровня
Магистратура	Не ниже 7 уровня
Подготовка кадров высшей квалификации	Не ниже 8 уровня

Учитывая наличие в СЛИ программы ускоренного обучения для лиц, уже имеющих профильное среднее профессиональное образование, необходимо разграничить компетенции уровня «Среднее профессиональное образование» и уровня «Бакалавриат», поэтому анализировались и уровни квалификации среднего профессионального образования (табл. 3).

Таблица 3. Соотношение уровней образования и уровня квалификации, указанного в отобранных профессиональных стандартах

Профессиональный стандарт	Среднее профессиональное образование	Бакалавриат	Программа профессиональной переподготовки
Бухгалтер	А/5, В/6	В/6	В/6
Специалист по внутреннему контролю (внутренний контролер)	А/5, В/5	С/6	С/6
Внутренний аудитор	—	А/6, В/7	А/6, В/7
Аудитор	А/4	В/6	В/6

Анализ уровней и подуровней компетенций, приведенных в начале каждого раздела профессионального стандарта «Описание трудовых функций, входящих в профессиональный стандарт (функциональная карта вида профессиональной деятельности)», и их синхронизация с образовательными программами, реализуемыми в СЛИ, позволил выделить знания и умения, которые можно встроить в образовательные программы.

Профессиональный стандарт «Бухгалтер» для уровня образования «Бакалавриат» (В/6) предусматривает пять трудовых функций [3], которые представлены в табл. 4.

Таблица 4. Трудовые функции профессионального стандарта «Бухгалтер» для уровня образования «Бакалавриат» (В/6)

Обобщенные трудовые функции			Трудовые функции		
Код	Наименование	Уровень квалификации	Наименование	Код	Уровень (подуровень) квалификации
В	Составление и представление финансовой отчетности экономического субъекта	6	Составление консолидированной финансовой отчетности	В/02.6	6
			Внутренний контроль ведения бухгалтерского учета и составления бухгалтерской (финансовой) отчетности	В/03.6	6
			Ведение налогового учета и составление налоговой отчетности, налоговое планирование	В/04.6	6
			Проведение финансового анализа, бюджетирование и управление денежными потоками	В/05.6	6

Анализ содержания трудовых функций В/6 показал, что освоение компетенций этого уровня профессионального стандарта «Бухгалтер» полностью может быть реализовано в образовательных программах СЛИ.

Компетенции профессионального стандарта «Бухгалтер» анализировались не только для уровня образования «Бакалавриат», но и для уровня среднего профессионального образования.

Во-первых, федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования по направлению «Экономика» предусматривает соответствующие профессиональные компетенции. Например, выпускник бакалавриата должен владеть способностью осуществлять документирование хозяйственных операций (ПК-14), способностью оформлять платежные документы (ПК-16), в то время как профессиональный стандарт «Бухгалтер» относит трудовую функцию «Составление (оформление) первичных учетных документов» к уровню среднего профессионального образования (А/01.5). Тем не менее без изучения порядка составления первичных учетных документов подготовка бухгалтера любого уровня образования невозможна.

Во-вторых, для подготовки бакалавра не по ускоренной, а по полной программе обучения логично включить не только компетенции, предусмотренные для данного уровня, но и компетенции более низкого уровня образования, без освоения которых невозможно и освоение компетенций более высокого уровня.

В-третьих, при оценке набора компетенций профессионального стандарта для программы академического бакалавриата в ускоренные сроки обучения (на базе профильного среднего профессионального образования) включение компетенций к уровню среднего профессионального образования (А/01.5) не целесообразно.

Анализ профессионального стандарта «Бухгалтер» по уровню «Бакалавриат» показал, что описание набора трудовых функций имеет различную структуру:

– вертикальную структуру (иерархическая модель — «от помощника до руководителя»);

– горизонтальную структуру (вариативность компетенций).

Вид модели влияет на распределение компетенций по обязательным дисциплинам и дисциплинам по выбору.

Компетенции профессионального стандарта «Бухгалтер», имеющие горизонтальную вариативность, можно предлагать в качестве дисциплин по выбору в том же семестре, в котором изучается основная дисциплина.

Иерархические компетенции могут изучаться только после освоения основной дисциплины.

По результатам анализа были отобраны уровни профессионального стандарта «Бухгалтер», компетенции для выполнения трудовых функций которых, могут быть реализованы на уровне бакалавриата, а также произведено распределение изучаемых дисциплин по годам обучения, исходя из содержания и логической взаимосвязи дисциплин (табл. 5).

На следующем этапе определялся перечень трудовых действий, знаний и умений (знать, уметь, владеть) в соответствии с профессиональными стандартами и анализировались возможности их реализации в системе уровневого образования.

Пример анализа требуемых профессиональным стандартом трудовых функций и необходимых для ее выполнения знаний и умений, описанных в профессиональном стандарте, приведен в табл. 6.

Таблица 5. Распределение этапов освоения компетенций профессионального стандарта «Бухгалтер» на уровне бакалавриата (без учета программ ускоренной подготовки)

1-й курс	2-й курс	3-й курс	4-й курс
Обязательные дисциплины			
A/01.5, A/02.5 B/01.6	(A/03.5) B/01.6 B/05.6	B/01.6 B/02.6 B/04.6 B/05.6	B/01.6 B/03.6 B/04.6 B/05.6
- Право - Информатика - Информационные системы в экономике - Финансовая математика	- Бухгалтерский учет и анализ - Информационные системы в экономике - Бухгалтерский финансовый учет	- Бухгалтерский финансовый учет - Бухгалтерский управленческий учет - Анализ финансовой отчетности - Делопроизводство - Налоги и налогообложение - Международные стандарты финансовой отчетности - др.	- Бухгалтерское дело - Контроль и ревизия - др.
Дисциплины по выбору			
		- Оценка бизнеса	- Профессиональные компьютерные программы, - 1С: Бухгалтерия; - Анализ инвестиционной деятельности, - Экономическая оценка инвестиций; - Налоговое планирование, - Налоговые расчеты и др.

Таблица 6. Описание компетенций профессионального стандарта «Бухгалтер», уровень квалификации 6 «Внутренний контроль ведения бухгалтерского учета и составления бухгалтерской (финансовой) отчетности В/03.6»

Трудовая функция	Студент должен		
	знать	уметь	владеть
Проверка обоснованности первичных учетных документов, которыми оформлены факты хозяйственной жизни, логическая увязка отдельных показателей. Проверка качества ведения регистров бухгалтерского учета и составления бухгалтерской (финансовой) отчетности	- основы экономики, технологии, организации производства и управления в экономическом субъекте; - судебную практику по спорам, связанным с совершаемыми экономическими субъектами фактами хозяйственной жизни, ведением бухгалтерского учета и составлением бухгалтерской (финансовой) отчетности	- пользоваться компьютерными программами для ведения бухгалтерского учета, информационными и справочно-правовыми системами, оргтехникой	- методами проверки качества составления регистров бухгалтерского учета, бухгалтерской (финансовой) отчетности

Приведенная в табл. 6 трудовая функция «Проверка обоснованности первичных учетных документов, которыми оформлены факты хозяйственной жизни, логическая увязка отдельных показателей. Проверка качества ведения реги-

стров бухгалтерского учета и составления бухгалтерской (финансовой) отчетности» включает в себя функцию «Проверка качества бухгалтерской (финансовой) отчетности обособленных подразделений экономического субъекта (при децентрализованном ведении бухгалтерского учета)», т. е. в профессиональном стандарте «Бухгалтер» одна трудовая функция может содержать в себе другую трудовую функцию.

При определении перечня трудовых действий, знаний и умений (знать, уметь, владеть) по профессиональному стандарту «Бухгалтер» возникли следующие проблемы:

1. По трудовым функциям, содержащим иерархическое описание, т. е. включающим одну в другую, дублирующие функции пришлось исключить. Например, уровень А/01.5, содержит трудовую функцию «Прием первичных учетных документов о фактах хозяйственной жизни экономического субъекта», а далее — функцию «Проверка первичных учетных документов в отношении формы, полноты оформления, реквизитов». Уровень В/03.6, содержит трудовую функцию «Проверка качества ведения регистров бухгалтерского учета и составления бухгалтерской (финансовой) отчетности», а далее — функцию «Проверка качества бухгалтерской (финансовой) отчетности обособленных подразделений экономического субъекта» и т. п.

2. Профессиональный стандарт не содержит матричной структуры описания трудовых функций и соответствующих им знаний и умений. В итоге «расширить», какие знания и умения нужны для выполнения той или иной функции, невозможно. Сделанный по этой схеме анализ профессионального стандарта «Бухгалтер», уровень А/01.5, привел к следующим результатам (табл. 7).

Таблица 7. Описание компетенций профессионального стандарта «Бухгалтер», уровень квалификации А/01.5

Трудовая функция	Знания	Умения	Комментарий
Составление (оформление) первичных учетных документов	Основы законодательства РФ о бухгалтерском учете (в том числе нормативные правовые акты о документах и документообороте), об архивном деле, Общероссийский классификатор управленческой документации (в части, касающейся выполнения трудовых действий).	Составлять (оформлять) первичные учетные документы, в т. ч. электронные документы. Пользоваться компьютерными программами для ведения бухгалтерского учета, информационными и справочно-правовыми системами, оргтехникой	—
Прием первичных учетных документов о фактах хозяйственной жизни экономического субъекта	Практика применения законодательства РФ по вопросам оформления первичных учетных документов	Владеть приемами комплексной проверки первичных учетных документов	Включает функцию «Проверка первичных учетных документов в отношении формы, полноты оформления, реквизитов»

Трудовая функция	Знания	Умения	Комментарий
Систематизация первичных учетных документов текущего отчетного периода в соответствии с учетной политикой		—	—
Изготовление копий первичных учетных документов, в том числе в случае их изъятия уполномоченными органами в соответствии с законодательством РФ		—	—
Подготовка первичных учетных документов для передачи в архив		Обеспечивать сохранность первичных учетных документов до передачи их в архив	—

Таким образом, при формировании образовательной программы требуется решить, как будут формулироваться знания и умения и навыки: в общем или в привязке к конкретным трудовым функциям.

3. Знания и умения в профессиональном стандарте сформулированы слишком широко, а для образовательной программы требуется конкретизировать объем в соответствии с отведенными на изучение дисциплины часами. Так, например, уровень А/01.5 профессионального стандарта «Бухгалтер», содержит трудовую функцию «Составлять (оформлять) первичные учетные документы, в том числе электронные документы». Необходимо определить необходимый объем составления и оформления первичных документов для достижения компетенции, требуемой профессиональным стандартом.

Следующее поколение ФГОС ВО 3++ не предполагает наличия профессиональных компетенций. Профессиональные компетенции должны будут формировать образовательные учреждения на основе утвержденных профессиональных стандартов.

Библиографический список

1. Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования по направлению подготовки 38.03.01 Экономика (уровень бакалавриата) [Электронный ресурс] : утв. приказом Минобрнауки России от 12.11.2015 № 1327 // СПС «КонсультантПлюс».
2. Методические рекомендации по актуализации действующих федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования с учетом принимаемых профессиональных стандартов [Электронный ресурс] : утв. Минобрнауки России 22.01. 2015 № ДЛ-2/05вн // СПС «КонсультантПлюс».
3. Профессиональный стандарт «Бухгалтер» [Электронный ресурс] : утв. приказом Министерства труда и социальной защиты РФ № 1061н от 22 декабря 2014 г. // СПС «КонсультантПлюс».
4. Профессиональный стандарт «Специалист по внутреннему контролю (внутренний контролер)» [Электронный ресурс] : утв. приказом Министерства труда и социальной защиты РФ № 3236н от 22 апреля 2015г. // СПС «КонсультантПлюс».

5. Профессиональный стандарт «Внутренний аудитор» [Электронный ресурс] : утв. приказом Министерства труда и социальной защиты РФ № 398н от 24 июня 2015г. // СПС «КонсультантПлюс».

6. Профессиональный стандарт «Аудитор» [Электронный ресурс] : утв. приказом Министерства труда и социальной защиты РФ № 728н от 19 октября 2015г. // СПС «КонсультантПлюс».

УДК 336.225.673+338.2:004.9

Рассмотрено развитие электронного документооборота между ФНС России и налогоплательщиками, организация электронного документооборота через операторов ЭДО, основные изменения, связанные с формированием государственного информационного ресурса бухгалтерской финансовой отчетности.

Ключевые слова: налоговый контроль, электронный документооборот, налоговые декларации, финансовая отчетность.

Е. В. Морозова,

кандидат экономических наук;

Л. В. Сластихина,

кандидат экономических наук

(Сыктывкарский лесной институт)

НАЛОГОВЫЙ КОНТРОЛЬ В ЦИФРОВОЙ ЭКОНОМИКЕ

Цифровая экономика призвана обеспечить быстрый и легкий доступ к товарам, работам и услугам посредством сети Интернет, а также обеспечить быструю и бесперебойную передачу больших объемов информации на любые расстояния между участниками хозяйственной деятельности.

Возможности и риски внедрения новых технологий передачи информации широко обсуждаются на разных площадках, так как происходящие изменения напрямую затрагивают всех участников экономического пространства — домохозяйства, организации, органы государственной власти. Причем каждая возможность сопровождается определенным риском.

Информационные технологии относительно давно применяются в налоговом администрировании. Эта тематика обширна и включает много актуальных областей — электронный документооборот с ФНС, налоговые сервисы для юридических и физических лиц, онлайн-кассы, налоговый мониторинг и другое. Остановимся на онлайн-обмене документами с ФНС России.

Первая редакция Налогового кодекса РФ (далее — НК РФ) от 1998 г. предусматривала, что налогоплательщики могут представить налоговую декларацию в налоговый орган лично или по почте. В декабре 2001 г. принят федеральный закон № 1-ФЗ «Об электронной цифровой подписи» и затем внесены изменения в другие федеральные законы, формирующие законодательную базу для создания и развития защищенного юридически значимого электронного документооборота.

В НК РФ закреплена возможность подачи декларации как на бумажном носителе, так и в электронной форме. С 2007 г. на онлайн-передачу налоговых деклараций переведены крупные компании со среднесписочной численностью работающих более 250 человек, а с 2008 г. и средний бизнес со среднесписочной численностью работающих более 100 человек. Приказом ФНС России от 29 марта 2007 г. № ММ-3-25/174@ всех налогоплательщиков обязали не позднее 20 января текущего года подавать в налоговую инспекцию Сведения о

среднесписочной численности работников за предшествующий календарный год. Это позволяет определить и контролировать форму подачи налоговых деклараций — в бумажном или электронном виде.

Несомненно, требование подачи деклараций по отдельным налогам только в электронном виде ускорило темпы применения электронного документооборота с ФНС России. Например, декларация по НДС представляется исключительно в электронной форме с 2014 г. С 2012 г. отчеты в ПФР (СЗВ-М), ФСС России (4-ФСС), отчетность по НДФЛ (2-НДФЛ, 6-НДФЛ), отчет по страховым взносам (РСВ-1) представляются только в электронном виде, если среднесписочная численность работников за прошлый отчетный период составила 25 человек и более.

Для реализации электронного документооборота с контролирующими органами законодательно определены участники экономической жизни и предъявляемые с ним требования. При взаимодействии с налоговыми органами такими участниками являются операторы электронного документооборота (ранее специальные операторы связи) и удостоверяющие центры.

Приказом ФНС России от 20.04.2012 г. № ММВ-7-6/253@ установлено, что оператором электронного документооборота (далее — оператором ЭДО) является организация, обладающая достаточными технологическими, кадровыми и правовыми возможностями для обеспечения электронного документооборота с использованием усиленной квалифицированной электронной подписи [1]. В соответствии с Федеральным законом «Об электронной подписи» от 06.04.2011 № 63-ФЗ, удостоверяющим центром является экономический субъект (юридическое лицо, ИП, орган государственной власти или местного самоуправления), создающий и выдающий сертификаты электронной цифровой подписи [2]. Электронная цифровая подпись, как аналог подписи физического лица, обладает уникальностью, защитой от копирования, подтверждает целостность и неизменность передаваемой информации и указывает на лицо, подписавшее документ. С технической точки зрения ЭЦП формируется путем шифрования информации, содержащейся в документе, и представляет собой уникальную последовательность символов. ЭЦП можно получить как на физическом носителе, так и облачную ЭЦП на выбор налогоплательщика.

Организация электронного документооборота через операторов ЭДО (рис. 1) является обязательной для категорий налогоплательщиков, указанных в п. 3 ст. 80 НК РФ [3]:

- среднесписочная численность работников за предшествующий календарный год превышает 100 человек;
- новь созданных (в том числе при реорганизации) организаций, численность работников которых превышает 100 человек;
- уплачивающих налоги, применительно к которым отчетность представляется только в электронной форме.

В основном налогоплательщики взаимодействуют с налоговой инспекцией именно через операторов ЭДО. Несомненными преимуществами называют предоставление технической поддержки, гарантия контроля передачи данных, дополнительная сверка отчетных показателей, обратная связь с контролирую-

щими органами, наличие дополнительных сервисов, предоставляемых оператором ЭДО (в том числе быстрая актуализация изменений отчетных форм).



Рис. 1. Схема организации электронного документооборота с ФНС через операторов ЭДО

В целом обмен данными с контролирующими органами через операторов ЭДО не имеет существенных недостатков. Налогоплательщики самостоятельно выбирают операторов ЭДО, их перечень размещен на сайте ФНС. Большинство операторов также являются аккредитованными удостоверяющими центрами, их список можно увидеть на сайте Министерства цифрового развития, связи и массовых коммуникаций РФ. По состоянию на апрель 2019 г. зарегистрировано более 120 операторов ЭДО и более 470 удостоверяющих центров. Ведущими операторами ЭДО называют ООО «Компания Тензор», ЗАО «Калуга Астрал», АО ПФ СКБ «Контур», ООО «КОРУС Консалтинг СНГ», ООО «Такском». Каждый оператор устанавливает свои линейки цен с учетом количества исходящих документов, обслуживаемых организаций, других характеристик и потребностей заказчика. Для малого бизнеса стоимость годового обслуживания может варьироваться от 4 500 до более 20 000 руб. Для среднего и крупного бизнеса годовой тариф обслуживания может превышать 50 000 руб.

В июле 2011 г. ФНС России запустила пилотный проект, предлагающий представление налоговых деклараций и бухгалтерской отчетности через официальный сайт налоговой службы (Приказ ФНС России от 15.07.2011 № ММВ-7-6/443@ (с изм.) «О проведении пилотного проекта по организации услуги представления налоговой и бухгалтерской отчетности в электронном виде на официальном сайте Федеральной налоговой службы в сети Интернет»). Схема документооборота с налоговым органом через официальный сайт ФНС России представлена на рис. 2.

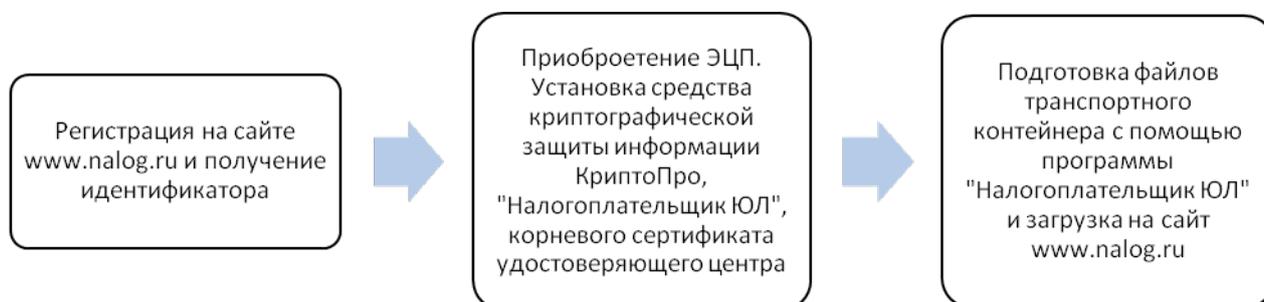


Рис. 2. Схема организации электронного документооборота с ФНС через сайт ФНС России www.nalog.ru

Изначально период реализации проекта составлял два месяца, затем приказами налогового ведомства период реализации проекта неоднократно продлевался. Фактически проект просуществовал почти восемь лет до 1 июля 2019 г.

Главным достоинством представления налоговой и бухгалтерской отчетности через сайт ФНС являлось отсутствие оплаты за онлайн передачу данных. Недостатком называли трудоемкость использования сервиса (в том числе затраты времени на изучение технических инструкций и апробирование действий, описанных на сайте ФНС) и технические сбои в его работе. Разнообразные порталы о налогах и видеоролики тех налогоплательщиков, которые уже освоили пилотный сервис ФНС, помогали преодолеть названные недостатки.

В 2011 г. в пяти регионах страны — Республике Башкортостан, Республике Татарстан, Нижегородской, Тверской и Калужской областях запустили пилотный проект «личный кабинет налогоплательщика», а с 2015 г. использование данного сервиса официально закреплено НК РФ. Функции сервиса для физических и юридических лиц, способы подключения к сервису описаны на сайте ФНС России.

Конкуренция на рынке услуг электронного документооборота усиливается. Не так давно сервисы по электронной сдаче отчетности в ФНС, ПФР, ФСС, Росстат стали предоставлять крупнейшие банки, например, Сбербанк и Тинькофф Банк. Целевой группой данных сервисов являются в первую очередь индивидуальные предприниматели, так как большинство организаций обязаны представлять налоговые декларации через операторов электронного документооборота.

Еще одним примером расширения охвата и форм налогового контроля можно назвать новый специальный налоговый режим «Налог на профессиональный доход» или налог на самозанятых. Пилотными регионами для его апробирования с 1 января 2019 г. стали Москва, Московская и Калужская области, Республика Татарстан. Вскоре данный налоговый режим будет введен и в других субъектах России.

Введение налога для самозанятых направлено на легализацию дохода граждан, которые оказывают услуги, выполняют работу для других граждан, не имеют наемных работников и не являются индивидуальными предпринимателями. Патентная система налогообложения, предложенная индивидуальным предпринимателям с 2013 г., не смогла мотивировать официально встать на учет в ФНС и платить налоги граждан, оказывающих парикмахерские и косметические услуги, сдающих в аренду квартиры, продающих выпечку и другую продукцию собственного производства, оказывающих услуги по репетиторству, ведению домашнего хозяйства и т. п. Время покажет, справится ли с этой задачей налог на профессиональный доход. Не вдаваясь в описание налога на самозанятых, отметим только сервисы, предложенные для налогового контроля и взаимодействия с ФНС:

- 1) мобильное приложение ФНС России «Мой налог»;
- 2) веб-кабинет «Мой налог», размещенный на сайте ФНС России;

3) сервисы банка, в котором открыт счет физического лица. В данном случае обслуживающий банк осуществляет информационное взаимодействие с налоговым органом.

Изменения в законодательстве позволяют утверждать, что онлайн-документооборот с налоговыми органами через операторов ЭДО станет обязательным для всех малых организаций начиная с отчетного периода за 2020 г. Это связано с изменением порядка представления годовой бухгалтерской финансовой отчетности (федеральный закон от 28.11.2018 № 444-ФЗ «О внесении изменений в Федеральный закон «О бухгалтерском учете»).

С 1 января 2020 г. начинает формироваться государственный информационный ресурс бухгалтерской финансовой отчетности (далее ГИР), включающий бухгалтерскую финансовую отчетность экономических субъектов и аудиторские заключения для финансовой отчетности, подлежащей обязательному аудиту. Обобщим основные изменения, связанные с введением нового информационного ресурса:

- администратором ГИР определена ФНС России;
- освобождены от обязательного представления отчетности в ФНС организации государственного сектора, ЦБ РФ и контролируемые им организации и некоторые другие организации;
- в Росстат по-прежнему финансовую отчетность будут представлять организации, чья отчетность содержит сведения, отнесенные к государственной тайне;
- ЦБ РФ представляет в ФНС в электронном виде финансовую отчетность и аудиторские заключения контролируемых им организаций;
- все экономические субъекты представляют финансовую отчетность через операторов ЭДО. За 2019 г. субъекты малого предпринимательства могут представить финансовую отчетность на бумажном носителе;
- начиная с 2021 г., ФНС обеспечит доступ заинтересованных лиц к ГИР. Данная услуга будет платной, правила и сумма оплаты будут установлены Правительством РФ. Бесплатно информация будет предоставляться государственным органам, органам местного самоуправления, ЦБ РФ.

Внедрение электронного документооборота существенно изменило и усложнило институциональную среду: создано и совершенствуется законодательство в области передачи информации по телекоммуникационным каналам связи, хранения, защиты и обработки данных. Появляются новые виды бизнеса и новые экономические агенты, например, операторы электронного документооборота и удостоверяющие центры. Миллиардами рублей исчисляются совокупные расходы государственного и коммерческого сектора экономики, домохозяйств на внедрение и эксплуатацию новых информационных технологий. Все перечисленные новации действительно направлены на всеобъемлющий государственный контроль над всеми субъектами экономики.

Негативным последствием цифровизации экономики является усиление государственного контроля над деятельностью экономических субъектов, при котором в первую очередь удовлетворяются интересы государства, а не интересы граждан и компаний. Чиновники оппонировать — не государство контроли-

рует общество, а общество посредством новых технологий может контролировать государство. Приходит на ум реклама Райффайзенбанка, в которой Ольга Бузова приходит к психотерапевту и жалуется, что цену на услугу ей предложили такую же, как всем остальным. А психотерапевт корректирует ее восприятие цены: «Не вам, как всем. А всем, как вам». Аналогично корректируется восприятие изменения границ личного пространства: государство не стремится усилить контроль над компаниями и домохозяйствами, а стремится повысить уровень комфорта и безопасности жизни, доступности услуг, улучшить возможность контролировать деятельность чиновников.

Библиографический список

1. Об утверждении Временного положения о Сети доверенных операторов электронного документооборота и Временного положения о порядке присоединения к Сети доверенных операторов электронного документооборота [Электронный ресурс] : приказ ФНС России от 20.04.2012 № ММВ-7-6/253@ // СПС «Консультант Плюс» (дата обращения: 29.06.2019).
2. Об электронной подписи [Электронный ресурс] : федеральный закон от 06.04.2011 № 63-ФЗ // СПС «Консультант Плюс» (дата обращения: 29.06.2019).
3. Налоговый кодекс Российской Федерации (часть первая) [Электронный ресурс] : от 31.07.1998 № 146-ФЗ : принят Гос. Думой 16 июля 1998 г. // СПС «Консультант Плюс» (дата обращения: 29.06.2019).

УДК 378.14

Рассматривается процедура определения компетенций и их индикаторов при обновлении основной профессиональной образовательной программы «Информационные системы и технологии» на основе профессионального стандарта «Специалист по информационным системам».

Ключевые слова: компетенция, индикатор компетенции, образовательная программа, профессиональный стандарт, бакалавриат.

А. А. Самородницкий,
кандидат физико-математических наук, доцент
(Сыктывкарский лесной институт)

**К ВОПРОСУ ОБ ОПРЕДЕЛЕНИИ КОМПЕТЕНЦИЙ
И ИХ ИНДИКАТОРОВ НА ОСНОВЕ ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО
СТАНДАРТА «СПЕЦИАЛИСТ ПО ИНФОРМАЦИОННЫМ
СИСТЕМАМ» В ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЕ
«ИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ И ТЕХНОЛОГИИ»
УРОВНЯ БАКАЛАВРА**

Образовательные организации высшего образования самостоятельно разрабатывают основные профессиональные образовательные программы (ОПОП) на основе утвержденных федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования (ФГОС ВО) с учетом соответствующей утвержденной и включенной в специальный реестр примерной основной образовательной программы (ПООП). Это норма закона ([1], ст. 12, п. 7; см. также [2], п. 6). В настоящей работе рассмотрены образовательные программы и стандарты только одного направления бакалавриата 09.03.02 «Информационные системы и технологии».

С 12 марта 2015 г. действует ФГОС ВО так называемой группы «3+» (см. [3]), но 19 сентября 2017 г. утвержден новый ФГОС ВО так называемой группы «3++», где четко обозначен день (31 декабря 2018 г.), после которого прием в вузы и последующее обучение возможны только по ОПОП, соответствующей утвержденному ФГОС ВО (3++) (см. [4]). Особенность ситуации определяется тем, что не было и нет в установленном порядке утвержденной и внесенной в реестр ПООП. В этом случае образовательная организация создает ОПОП на основе ФГОС ВО (3++) самостоятельно. Обсуждение ряда важных этапов от выбора названия ОПОП до определения индикаторов профессиональных компетенций следует алгоритму методических указаний [5]. Коротко затронута процедура формирования фондов оценочных средств и рекомендаций для составителей рабочих программ конкретных дисциплин.

В названии ОПОП свобода выбора образовательной организации касается только профиля (направление бакалавриата 09.03.02 «Информационные системы и технологии» закреплено в ФГОС ВО (3++) [4]). В ФГОС ВО (3++) приводится перечень профессиональных стандартов (ПС), ассоциированных с дан-

ным направлением. В нашем случае их 10 [4, с. 20—21]. Что может образовательная организация? Она может:

– выбрать один из этих профессиональных стандартов, наиболее соответствующий рыночным потребностям региона (в Сыктывкарском лесном институте остановились на одном ПС «Специалист по информационным системам» [6]),

– выбрать несколько ПС (например, для удовлетворения потребности в таких специалистах сразу нескольких отраслей экономики региона); в свою очередь, здесь два пути: либо сделать две похожие ОПОП с разными профилями (такой опыт в Сыктывкарском лесном институте тоже есть), либо придумывать профиль, соответствующий выбранной группе ПС,

– выбрать еще и какой-то свой список ПС (даже не вошедших в список ПС из ФГОС ВО (3++)), если это одобряется крупными работодателями региона; во всех случаях ПС утверждены соответствующим министром РФ и включены в реестр всех ПС, созданный в установленном порядке.

Рассмотрим ПС «Специалист по информационным системам» (регистрационный номер 153 [6]). 06.015 — это код вида профессиональной деятельности данного ПС: «Создание и поддержка информационных систем (ИС) в экономике». Лучшие названия профиля — полное или частичное (возможно, синонимическое) повторение вида профессиональной деятельности. Например, «Создание ИС», «Разработка и сопровождение ИС» или «ИС в экономике». На окончательный выбор профиля может повлиять дальнейший анализ ПС.

Выбор обобщенных трудовых функций (ОТФ) ПС «Специалист по информационным системам». Всего их четыре (с кодами А, В, С, D) с разными уровнями квалификации (соответственно 4, 5, 6, 7). В разделе III ПС [6, с. 15—249] указан уровень требуемого образования. Высшее образование уровня бакалавриата (уровень квалификации 6) требуют ОТФ с кодами В и С, а ОТФ с кодом А требует *среднее профессиональное образование* — программы подготовки *специалистов среднего звена* (табл. 1).

Таблица 1. Выбор ОТФ

Код ОТФ	Название ОТФ	Уровень квалификации
А	Техническая поддержка процессов создания (модификации) и сопровождения ИС, автоматизирующих задачи организационного управления и бизнес-процессы	4
В	Выполнение работ по созданию (модификации) и сопровождению ИС, автоматизирующих задачи организационного управления и бизнес-процессы	5
С	Выполнение работ и управление работами по созданию (модификации) и сопровождению ИС, автоматизирующих задачи организационного управления и бизнес-процессы	6

Исходя из данных документа [4] ФГОС ВО (3++), по коду 06 видно, что была выбрана область (сфера) профессиональной деятельности (ПД) выпускни-

ков *Об Связь, информационные и коммуникационные технологии (в сфере исследования, разработки, внедрения и сопровождения информационных технологий и систем)*. Остаются возможными другие, в том числе сквозные, области (сферы) ПД выпускников. Пункт 1.12 ФГОС ВО (3++) дает следующие типы задач ПД: научно-исследовательский, производственно-технологический, организационно-управленческий, проектный. Разработчикам ОПОП дано право выбрать один или несколько типов задач. Учитывая действующую в институте ОПОП (группы 3+), были намечены три типа задач ПД:

- научно-исследовательский,
- производственно-технологический,
- организационно-управленческий.

А вот объекты (области знания) и задачи ПД выпускников в ФГОС ВО (3++) отсутствуют. Их необходимо генерировать. Объекты (области знания) и задачи ПД выпускников обсуждаются в ФГОС ВО (3+), раздел IV [3]. Кроме того, имеется проект ПООП, прошедший некоторые обсуждения и получивший положительные отклики [7]. Вся необходимая информация взята из указанных источников.

Основными объектами (областями знания) ПД выпускников являются информационные процессы, технологии, системы и сети, их инструментальное (программное, техническое, организационное) обеспечение, способы и методы проектирования, отладки, производства и эксплуатации информационных технологий и систем в различных областях и сферах цифровой экономики, в том числе:

- 1) программное обеспечение (общего и прикладного характера), способы и методы проектирования, разработки, отладки, оценки качества, проверки работоспособности и модификации программного обеспечения;
- 2) информационные системы, базы данных, способы и методы поддержки эффективной работы баз данных;
- 3) информационно-коммуникационные системы (ИКС), программно-аппаратные средства информационных служб ИКС, технологии администрирования сетевых подсистем ИКС;
- 4) проекты в области информационных технологий;
- 5) техническая документация информационно-методического и маркетингового назначения в сфере информационных технологий;
- 6) методы и средства разработки интерфейсной части информационных систем [7].

Основные задачи ПД выпускников (по типам задач и с учетом выбранного ПС и цели вида ПД из [6], раздел I):

1. Научно-исследовательский:
 - 1.1. Исследование, разработка, внедрение и сопровождение информационных технологий и систем.
2. Производственно-технологический:
 - 2.1. Создание (модификация) и сопровождение информационных систем, автоматизирующих задачи организационного управления и бизнес процессы в организациях различных форм собственности с целью повышения эффективности деятельности организаций — пользователей ИС.

3. Организационно-управленческий:

3.1. Организационное обеспечение разработки, внедрения и сопровождения программных продуктов: управление заинтересованными сторонами проекта, представление концепции, технического задания на систему и изменений в них заинтересованным лицам, согласование и утверждение требований к ИС и документации, распространение информации о ходе выполнения работ, реализация мер по неразглашению информации, полученной от заказчика, мониторинг и управление исполнением договоров на выполняемые работы и т. д.

3.2. Техническая поддержка, консультирование и обучение пользователей

3.3. Командообразование и развитие персонала, управление эффективностью работы персонала [7].

Далее наступает один из самых ответственных этапов в процедуре определения профессиональных компетенций (ПК) и их индикаторов (ИД). Продолжая изучать ПС, в разделах II или III рассматриваются *трудовые функции, трудовые действия, необходимые умения и знания*, соответствующие выбранным ОТФ с кодами А, В, С. Важно понять, какие из них выпускники имели бы или способны были выполнять, обладая только универсальными и общепрофессиональными компетенциями, зафиксированными в ФГОС ВО (3++), а остальные можно закрыть профессиональными компетенциями. Следует иметь в виду, что индикаторы универсальных и общепрофессиональных компетенций (УК и ОПК), а также обязательных профессиональных компетенций устанавливает ПООП, а при ее отсутствии — образовательная организация самостоятельно. В качестве готового продукта можно воспользоваться проектом ПООП [7] (табл. 2, 3).

Таблица 2. Универсальные компетенции и их индикаторы

Категория УК	Код и наименование УК	Код и наименование индикатора УК
Системное и критическое мышление	<u>УК-1.</u> Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач	ИД-1_{УК-1} знает принципы сбора, отбора и обобщения информации ИД-2_{УК-1} умеет соотносить разнородные явления и систематизировать их в рамках избранных видов ПД ИД-3_{УК-1} имеет практический опыт работы с информационными источниками, опыт научного поиска, создания научных текстов
Разработка и реализация проектов	<u>УК-2.</u> Способен определять круг задач в рамках поставленной цели и выбирать оптимальные способы их решения, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений	ИД-1_{УК-2} знает необходимые для осуществления ПД правовые нормы ИД-2_{УК-2} умеет определять круг задач в рамках избранных видов профессиональной деятельности, планировать собственную деятельность исходя из имеющихся ресурсов; соотносить главное и второстепенное, решать поставленные задачи в рамках избранных видов ПД ИД-3_{УК-2} имеет практический опыт применения нормативной базы и решения задач в области избранных видов ПД
Командная работа и	<u>УК-3.</u> Способен осуществлять социальное взаимо-	ИД-1_{УК-3} знает различные приемы и способы социализации личности и социального взаимо-

Категория УК	Код и наименование УК	Код и наименование индикатора УК
лидерство	действие и реализовывать свою роль в команде	действия ИД-2_{УК-3} умеет строить отношения с окружающими людьми, с коллегами ИД-3_{УК-3} имеет практический опыт участия в командной работе, в социальных проектах, распределения ролей в условиях командного взаимодействия
Коммуникация	<u>УК-4.</u> Способен осуществлять деловую коммуникацию в устной и письменной формах на государственном языке РФ и иностранном(ых) языке(ах)	ИД-1_{УК-4} знает литературную форму государственного языка, основы устной и письменной коммуникации на иностранном языке, функциональные стили родного языка, требования к деловой коммуникации ИД-2_{УК-4} умеет выражать свои мысли на государственном, родном и иностранном языке в ситуации деловой коммуникации ИД-3_{УК-4} имеет практический опыт составления текстов на государственном и родном языках, опыт перевода текстов с иностранного языка на родной, опыт говорения на государственном и иностранном языках
Межкультурное взаимодействие	<u>УК-5.</u> Способен воспринимать межкультурное разнообразие общества в социально-историческом, этическом и философском контекстах	ИД-1_{УК-5} знает основные категории философии, законы исторического развития, основы межкультурной коммуникации ИД-2_{УК-5} умеет вести коммуникацию с представителями иных национальностей и конфессий с соблюдением этических и межкультурных норм ИД-3_{УК-5} имеет практический опыт анализа философских и исторических фактов, опыт оценки явлений культуры
Самоорганизация и саморазвитие (в т. ч. здоровьесбережение)	<u>УК-6.</u> Способен управлять своим временем, выстраивать и реализовывать траекторию саморазвития на основе принципов образования в течение всей жизни	ИД-1_{УК-6} знает основные принципы самовоспитания и самообразования, профессионального и личностного развития, исходя из этапов карьерного роста и требований рынка труда ИД-2_{УК-6} умеет планировать свое рабочее время и время для саморазвития; формулировать цели личностного и профессионального развития и условия их достижения, исходя из тенденций развития области профессиональной деятельности, индивидуально-личностных особенностей ИД-3_{УК-6} имеет практический опыт получения дополнительного образования, изучения дополнительных образовательных программ
	<u>УК-7.</u> Способен поддерживать должный уровень физической подготовленности для обеспечения полноценной социальной и ПД	ИД-1_{УК-7} знает основы здорового образа жизни, здоровьесберегающих технологий, физической культуры ИД-2_{УК-7} умеет выполнять комплекс физкультурных упражнений ИД-3_{УК-7} имеет практический опыт занятий физической культурой
Безопасность жизнедеятельности	<u>УК-8.</u> Способен создавать и поддерживать безопасные условия жизнедеятельности, в том числе при воз-	ИД-1_{УК-8} знает основы безопасности жизнедеятельности, телефоны служб спасения ИД-2_{УК-8} умеет оказать первую помощь в чрезвычайных ситуациях, создавать безопасные ус-

Категория УК	Код и наименование УК	Код и наименование индикатора УК
	никновении ЧС	ловия реализации ПД ИД-3_{УК-8} имеет практический опыт поддержания безопасных условий жизнедеятельности

Таблица 3. Общепрофессиональные компетенции и их индикаторы

Код и наименование ОПК	Код и наименование индикатора ОПК
<u>ОПК-1.</u> Способен применять естественнонаучные и инженерные знания, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования в профессиональной деятельности	ИД-1_{ОПК-1} знать: основы математики, физики, вычислительной техники и программирования ИД-2_{ОПК-1} уметь: решать стандартные профессиональные задачи с применением естественнонаучных и инженерных знаний, методов математического анализа и моделирования ИД-3_{ОПК-1} иметь навыки: теоретического и экспериментального исследования объектов профессиональной деятельности
<u>ОПК-2.</u> Способен использовать современные информационные технологии и программные средства, в том числе отечественного производства, при решении задач профессиональной деятельности	ИД-1_{ОПК-2} знать: современные информационные технологии и программные средства, в том числе отечественного производства при решении задач профессиональной деятельности ИД-2_{ОПК-2} уметь: выбирать современные информационные технологии и программные средства, в том числе отечественного производства при решении задач профессиональной деятельности ИД-3_{ОПК-2} иметь навыки: применения современных информационных технологий и программных средств, в том числе отечественного производства, при решении задач профессиональной деятельности
<u>ОПК-3.</u> Способен решать стандартные задачи профессиональной деятельности на основе информационной и библиографической культуры с применением информационно-коммуникационных технологий и с учетом основных требований информационной безопасности	ИД-1_{ОПК-3} знать: принципы, методы и средства решения стандартных задач профессиональной деятельности на основе информационной и библиографической культуры с применением информационно-коммуникационных технологий и с учетом основных требований информационной безопасности ИД-2_{ОПК-3} уметь: решать стандартные задачи профессиональной деятельности на основе информационной и библиографической культуры с применением информационно-коммуникационных технологий и с учетом основных требований информационной безопасности ИД-3_{ОПК-3} иметь навыки: подготовки обзоров, аннотаций, составления рефератов, научных докладов, публикаций и библиографии по научно исследовательской работе с учетом требований информационной безопасности
<u>ОПК-4.</u> Способен участвовать в разработке технической документации, связанной с профессиональной деятельностью с использованием стандартов, норм и правил	ИД-1_{ОПК-4} знать: основные стандарты оформления технической документации на различных стадиях жизненного цикла информационной системы ИД-2_{ОПК-4} уметь: применять стандарты оформления технической документации на различных стадиях жизненного цикла информационной системы ИД-3_{ОПК-4} иметь навыки: составления технической документации на различных этапах жизненного цикла информационной системы
<u>ОПК-5.</u> Способен инсталлировать программ-	ИД-1_{ОПК-5} знать: основы системного администрирования, администрирования СУБД, современные стандарты информаци-

Код и наименование ОПК	Код и наименование индикатора ОПК
ное и аппаратное обеспечение для информационных и автоматизированных систем	онного взаимодействия систем ИД-2_{ОПК-5} уметь: выполнять параметрическую настройку информационных и автоматизированных систем ИД-3_{ОПК-5} иметь навыки: инсталляции программного и аппаратного обеспечения информационных и автоматизированных систем
<u>ОПК-6.</u> Способен разрабатывать алгоритмы и программы, пригодные для практического применения в области информационных систем и технологий	ИД-1_{ОПК-6} знать: основные языки программирования и работы с базами данных, операционные системы и оболочки, современные программные среды разработки информационных систем и технологий ИД-2_{ОПК-6} уметь: применять языки программирования и работы с базами данных, современные программные среды разработки информационных систем и технологий для автоматизации бизнес-процессов, решения прикладных задач различных классов, ведения баз данных и информационных хранилищ ИД-3_{ОПК-6} иметь навыки: программирования, отладки и тестирования прототипов программно-технических комплексов задач
<u>ОПК-7.</u> Способен осуществлять выбор платформ и инструментальных программно- аппаратных средств для реализации информационных систем	ИД-1_{ОПК-7} знать: основные платформы, технологии и инструментальные программно-аппаратные средства для реализации информационных систем ИД-2_{ОПК-7} уметь: применять современные технологии для реализации информационных систем ИД-3_{ОПК-7} иметь навыки: владения технологиями, применения инструментальных программно-аппаратных средств реализации информационных систем
<u>ОПК-8.</u> Способен применять математические модели, методы и средства проектирования информационных и автоматизированных систем	ИД-1_{ОПК-8} знать: математику, методологию и основные методы математического моделирования, классификацию и условия применения моделей, методы и средства проектирования информационных и автоматизированных систем, инструментальные средства моделирования и проектирования ИД-2_{ОПК-8} уметь: проводить моделирование процессов и систем с применением современных инструментальных средств ИД-3_{ОПК-8} иметь навыки: моделирования и проектирования информационных и автоматизированных систем

В проекте ПООП [7] нет обязательных ПК, но есть 14 рекомендованных профессиональных компетенций. Так как проект ПООП ассоциируется с десятью профессиональными стандартами, то были выбраны из них только те ПК, которые связаны с ПС 06.015 [7, с. 17—26] (табл. 4).

Таблица 4. Выбор профессиональных компетенций

Задача ПД	Объект (область знания) ПД	Категория ПК	Код и наименование ПК
Тип задач профессиональной деятельности: <i>научно-исследовательский</i>			
Исследование, разработка, внедрение и сопровождение информа-	Информационные процессы, технологии, системы и сети, их инструментальное (программное, техническое, организационное) обеспечение,	Научные исследования	ПК-1. Способен проводить научные исследования при разработке, внедрении и сопровождении информационных технологий и систем на

Задача ПД	Объект (область знания) ПД	Категория ПК	Код и наименование ПК
ционных технологий и систем	способы и методы проектирования, отладки, производства и эксплуатации информационных технологий и систем в различных областях и сферах цифровой экономики		всех этапах жизненного цикла
Тип задач профессиональной деятельности: производственно-технологический			
Информационные системы, базы данных, способы и методы поддержки эффективной работы баз данных	Создание (модификация) и сопровождение информационных систем, автоматизирующих задачи организационного управления и бизнес-процессы в организациях различных форм собственности с целью повышения эффективности деятельности организаций — пользователей ИС	Создание и сопровождение информационных систем	ПК-2. Способен создавать (модифицировать) и сопровождать ИС, автоматизирующие задачи организационного управления и бизнес-процессы в организациях различных форм собственности с целью повышения эффективности деятельности организаций — пользователей ИС
Тип задач профессиональной деятельности: организационно-управленческий			
Организационное обеспечение разработки, внедрения и сопровождения программных продуктов	Информационные процессы, технологии, системы и сети, их инструментальное (программное, техническое, организационное) обеспечение, способы и методы проектирования, отладки, производства и эксплуатации информационных технологий и систем в различных областях и сферах цифровой экономики	Организационное сопровождение	ПК-3. Способен проводить организационное сопровождение разработки, отладки, модификации и поддержки информационных технологий и систем
Техническая поддержка, консультирование и обучение пользователей	Информационные процессы, технологии, системы и сети, их инструментальное (программное, техническое, организационное) обеспечение, способы и методы проектирования, отладки, производства и эксплуатации информационных технологий и систем в различных областях и сферах цифровой экономики	Консультирование и обучение	ПК-4. Способен проводить консультирование и обучение пользователей информационных технологий и систем
Командообразование и развитие персонала, управление эффективностью работы персонала	Информационные процессы, технологии, системы и сети, их инструментальное (программное, техническое, организационное) обеспечение, способы и методы проектирования, отладки, производства и эксплуатации информационных технологий и систем в различных областях и сферах цифровой экономики	Управление персоналом	ПК-5. Способен к эффективному управлению работы с персоналом, к повышению профессионализма персонала, к организации эффективного взаимодействия

Трудовые функции представлены в табл. 5.

Таблица 5. Соответствие трудовых действий компетенциям

Код и наименование ТФ в ПС	Трудовые действия (ТД), необходимые умения (НУ) и необходимые знания (НЗ)	Обеспечивающие компетенции ОПОП
А/01.4. Сбор данных для выявления требований к типовой ИС в соответствии с трудовым заданием	ТД-1. Сбор документации заказчика касательно его запросов и потребностей применительно к типовой ИС	УК-4, ОПК-4
	ТД-2. Анкетирование представителей заказчика	
	ТД-3. Интервьюирование представителей заказчика	
	ТД-4. Документирование собранных данных в соответствии с регламентами организации	
	НУ-1. Проводить анкетирование	УК-4, ОПК-4
	НУ-2. Проводить интервьюирование	
	НУ-3. Собирать исходную документацию	
	НЗ-1. Возможности типовой ИС	УК-4, ОПК-3
	НЗ-2. Предметная область автоматизации	
	НЗ-3. Инструменты и методы выявления требований	
	НЗ-4. Технологии межличностной и групповой коммуникации в деловом взаимодействии, основы конфликтологии	УК-3, УК-4
	НЗ-5. Архитектура, устройство и функционирование вычислительных систем	
	НЗ-6. Коммуникационное оборудование	ОПК-3, ОПК-5
	НЗ-7. Сетевые протоколы	
	НЗ-8. Основы современных операционных систем	
	НЗ-9. Основы современных систем управления базами данных	
	НЗ-10. Устройство и функционирование современных ИС	
	НЗ-11. Современные стандарты информационного взаимодействия систем	
	НЗ-12. Программные средства и платформы инфраструктуры информационных технологий организаций	
	НЗ-13. Системы классификации и кодирования информации, присвоение кодов документам и элементам справочников	
НЗ-14. Отраслевая нормативная техническая документация	УК-2, ОПК-4	
НЗ-15. Источники информации, необходимой для ПД	УК-1, ОПК-3	
НЗ-16. Современный отечественный и зарубежный опыт в ПД	ОПК-2	
НЗ-17. Основы бухгалтерского учета и отчетности организаций	ПК-2	
НЗ-18. Основы налогового законодательства РФ	УК-2	
НЗ-19. Культура речи	УК-4	
НЗ-20. Правила деловой переписки	УК-4	
А/02.4. Разработка прототипов ИС в соответствии с трудовым заданием	ТД-5. Разработка кода прототипа ИС и баз данных прототипа	ОПК-6
	ТД-6. Проведение тестирования	
	ТД-7. Документирование результатов тестов	ОПК-4
	НУ-4. Кодировать на языках программирования	ОПК-6
	НУ-5. Тестировать результаты собственной работы	
	НЗ-21. Языки программирования и работы с базами данных	ОПК-6
НЗ-22. Инструменты и методы модульного тестирования	ОПК-6, ПК-2	

Код и наименование ТФ в ПС	Трудовые действия (ТД), необходимые умения (НУ) и необходимые знания (НЗ)	Обеспечивающие компетенции ОПОП
	НЗ-8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20 повторяются (см. ТФ А/01.4) НЗ-23. Теория баз данных НЗ-24. Системы хранения и анализа баз данных НЗ-25. Основы программирования НЗ-26. Современные объектно-ориентированные языки программирования НЗ-27. Современные структурные языки программирования НЗ-28. Языки современных бизнес-приложений НЗ-29. Современные методы тестирования разрабатываемых ИС	(см. ТФ А/01.4) ОПК-6 ОПК-6 ОПК-1 ОПК-6 ОПК-6 ОПК-6 ОПК-6, ПК-2
А/03.4. Кодирование на языках программирования в соответствии с трудовым заданием	ТД-8. Разработка кода ИС и баз данных ИС ТД-9. Верификация кода ИС и баз данных ИС относительно дизайна ИС и структуры баз данных ИС ТД-10. Устранение обнаруженных несоответствий НУ-4, 5 повторяются (см. ТФ А/02.4) НЗ-9, 23, 25, 26, 27, 28, 22, 29, 15, 16 повторяются (см. ТФ А/01.4 и ТФ А/02.4) ТД-11. Проведение тестирования разрабатываемого модуля ИС	ОПК-6 ОПК-6 ОПК-6 ОПК-6
А/04.4. Модульное тестирование ИС (верификация) в соответствии с трудовым заданием	ТД-12. Фиксирование результатов тестирования в системе учета ТД-10 повторяется (см. ТФ А/03.4) НУ-4, 5 повторяются (см. ТФ А/02.4) НЗ-21, 8, 9, 10, 23, 24, 22, 29, 15, 16, 19, 20 повторяются (см. ТФ А/01.4 и ТФ А/02.4) ТД-13. Проведение интеграционного тестирования ИС на основе тест-планов	ОПК-4 ОПК-6, ПК-2
А/05.4. Интеграционное тестирование ИС (верификация) в соответствии с трудовым заданием	ТД-12 повторяется (см. ТФ А/04.4) НУ-6. Тестировать ИС с использованием тест-планов НУ-7. Работать с записями по качеству (в том числе с корректирующими действиями, предупреждающими действиями, запросами на исправление несоответствий) НЗ-30. Основы управления изменениями НЗ-5, 6, 7, 8, 9, 10, 23, 24, 29, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20 повторяются (см. ТФ А/01.4 и ТФ А/02.4) ТФ-14. Проведение анализа зафиксированных в системе учета дефектов и несоответствий в коде ИС и документации к ИС	ОПК-6, ПК-2 ОПК-6, ПК-2 ОПК-6, ПК-2 ОПК-6, ПК-2
А/06.4. Исправление дефектов и несоответствий в коде ИС и документации к ИС согласно трудовому заданию	ТФ-15. Установление причин возникновения дефектов и несоответствий ТФ-16. Устранение дефектов и несоответствий НУ-4, 5, 7 повторяются (см. ТФ А/02.4 и ТФ А/05.4) НЗ-30, 9, 23, 25, 26, 27, 28, 22, 29, 16 повторяются (см. ТФ А/01.4, ТФ А/02.4 и ТФ А/05.4) ТФ-17. Осуществление технической подготовки мест обучения пользователей ИС	ОПК-6, ПК-2 ОПК-5
А/07.4. Техническое обеспечение процесса обучения пользователей ИС	ТФ-18. Проведение обучения пользователей ИС в рамках рабочего задания ТФ-19. Фиксирование замечаний и пожеланий пользователей для развития ИС НУ-8. Устанавливать программное обеспечение НУ-9. Проводить презентации	УК-4, ПК-4 ОПК-4 ОПК-5 ОПК-3

Код и наименование ТФ в ПС	Трудовые действия (ТД), необходимые умения (НУ) и необходимые знания (НЗ)	Обеспечивающие компетенции ОПОП
	НЗ-31. Возможности ИС	УК-4, ОПК-3
	НЗ-31. Технологии подготовки и проведения презентаций	ОПК-3
	НЗ-32. Методики и типовые программы обучения пользователей, рекомендованные производителем ИС	ПК-4
	НЗ-33. Основы системного администрирования	ОПК-5
	НЗ-3, 4, 8, 9, 10, 15, 16, 19, 20 повторяются (см. ТФ А/01.4)	
	ТФ-20. Проверка соответствия рабочих мест требованиям ИС к оборудованию и программному обеспечению	ОПК-5
А/08.4. Развертывание рабочих мест ИС у заказчика	ТФ-21. Инсталляция ИС на рабочих местах заказчика	ОПК-5
	ТФ-22. Верификация правильности установки ИС на рабочих местах заказчика	
	НУ-8 повторяется (см. ТФ А/07.4)	
	НЗ-6, 7, 8, 9, 10, 15, 16, 33 повторяются (см. ТФ А/01.4 и ТФ А/07.4)	
	НЗ-34. Основы администрирования баз данных	ОПК-5

Формат настоящей работы не позволяет воспроизвести прерванную таблицу целиком для всех ТФ А/01.4—А/21.4, В/01.5—В/36.5, С/01.6—С/56.6. Следует обратить внимание, что в правом столбце накапливается информация о профессиональных компетенциях (ПК), которые встречаются чаще с ростом уровня квалификации трудовой функции. Теперь по каждой ПК можно собрать перечни соответствующих им ТД, НУ и НЗ. Фактически это почти готовый набор индикаторов ПК: трудовые действия дадут навыки, НУ – умения, НЗ – знания. Итог представлен в табл. 6.

Таблица 6. Индикаторы профессиональных компетенций

Категория ПК	Код и наименование ПК	Код и наименование идентификатора профессиональной компетенции
Тип задач профессиональной деятельности: научно-исследовательский		
Научные исследования	ПК-1. Способен проводить научные исследования при разработке, внедрении и сопровождении информационных технологий и систем на всех этапах жизненного цикла	<p>ИД-1_{ПК-1} знать: 1) основы реинжиниринга бизнес-процессов организации; 2) основы организационной диагностики; 3) инструменты и методы проектирования архитектуры ИС; 4) регламенты кодирования на языках программирования; 5) инструменты и методы верификации структуры программного кода; 6) инструменты и методы оценки качества и эффективности ИС; инструменты и методы оптимизации ИС;</p> <p>ИД-2_{ПК-1} уметь: 1) тестировать результаты разработок ИС; 2) моделировать бизнес-процессы в ИС; 3) проводить анализ функциональных и нефункциональных требований к ИС; 3) проектировать архитектуру ИС; 4) разрабатывать и верифицировать структуру баз данных; 5) разрабатывать технологии обмена данными между ИС и существующими системами; 6) разрабатывать метрики (количественные показатели) работы ИС;</p>

Категория ПК	Код и наименование ПК	Код и наименование идентификатора профессиональной компетенции
		ИД-3_{ПК-1} иметь навыки: 1) тестирования прототипа ИС на корректность архитектурных решений; 2) разработки моделей бизнес-процессов; 3) разработки архитектурной спецификации ИС; 4) разработки структуры баз данных ИС в соответствии с архитектурной спецификацией; 5) экспертной оценки предложенных решений по реализации интерфейсов и форматов обмена данными; 6) осуществления оптимизации ИС для достижения новых целевых показателей
Тип задач профессиональной деятельности: производственно-технологический		
Создание и сопровождение информационных систем	ПК-2. Способен создавать (модифицировать) и сопровождать ИС, автоматизирующие задачи организационного управления и бизнес-процессы в организациях различных форм собственности с целью повышения эффективности деятельности организаций — пользователей ИС	<p>ИД-1_{ПК-2} знать: 1) современные методы тестирования разрабатываемых ИС, в том числе модульное тестирование и интеграционное тестирование на основе тест-планов; 2) основы бухгалтерского и управленческого учета; основы международных стандартов финансовой отчетности (МСФО); основы финансового учета и бюджетирования; 3) основы управления изменениями при разработке ИС; 4) форматы обмена данными; 5) инструменты и методы проведения физических аудитов качества; 6) основы конфигурационного управления; 7) Современные подходы и стандарты автоматизации организации (например, CRM, MRP, ERP..., ITIL, ITSM); 8) основы организации производства; 9) инструменты и методы проектирования и дизайна ИС;</p> <p>ИД-2_{ПК-2} уметь: 1) работать с записями по качеству (в том числе с корректирующими действиями, предупреждающими действиями, запросами на исправление несоответствий); 2) разрабатывать технологии обмена данными; 3) применять инструменты и методы моделирования бизнес-процессов организации;</p> <p>ИД-3_{ПК-2} иметь навыки: 1) проведения интеграционного тестирования ИС на основе тест-планов; 2) проведения анализа зафиксированных в системе учета дефектов и несоответствий в коде ИС и документации к ИС; 3) установления причин возникновения и устранение дефектов и несоответствий; 4) проектирования, разработки и верификации интерфейсов обмена данными; 5) проведения физического аудита в области качества ИС; 6) осуществления инженерно-технологической поддержки в ходе согласования коммерческого предложения с заказчиком; 7) моделирования бизнес-процессов в типовой ИС; 8) проведения анализа функциональных разрывов и формулирования предложений заказчику по изменению его бизнес-процессов</p>
Тип задач профессиональной деятельности: организационно-управленческий		
Организационное сопро-	ПК-3. Способен проводить организационное со-	ИД-1_{ПК-3} знать: 1) основы управления торговлей, поставками и запасами; 2) основы организации

Категория ПК	Код и наименование ПК	Код и наименование идентификатора профессиональной компетенции
вождение	провожение разработки, отладки, модификации и поддержки информационных технологий и систем	производства; 3) технологии выполнения работ в организации; 4) методы оценки объемов и сроков выполнения работ; 5) формирование и механизмы рыночных процессов организации; 6) основы теории управления; 7) основы менеджмента, в том числе менеджмента качества; 8) управление содержанием проекта: документирование требований, анализ продукта, модерируемые совещания; ИД-2_{ПК-3} уметь: 1) подготавливать протоколы мероприятий; 2) оценивать объемы работ и сроки их выполнения; 3) разрабатывать части руководства пользователя (администратора, программиста) к модифицированным элементам ИС; 4) разрабатывать регламенты управления изменениями; 5) определять необходимый уровень прав доступа, назначать и отменять права доступа к репозиторию данных о выполнении работ по созданию (модификации) и сопровождению ИС; ИД-3_{ПК-3} иметь навыки: 1) составления протоколов переговоров с заказчиком; 2) подготовки частей коммерческого предложения заказчику касательно объема и сроков выполнения работ по созданию (модификации) и вводу в эксплуатацию (типовой) ИС; 3) Основы управления взаимоотношениями с клиентами и заказчиками (CRM); 4) Оценки (прогнозирование) бюджетов и графиков: метод аналогов, экспертные оценки; 5) проведения технических советов по оценке предложенных решений по реализации интерфейсов и форматов обмена данными
Консультирование и обучение	ПК-4. Способен проводить консультирование и обучение пользователей информационных технологий и систем	ИД-1_{ПК-4} знать: 1) методики и типовые программы обучения пользователей, рекомендованные производителем ИС; 2) технологии проведения презентаций; 3) основные принципы обучения; ИД-2_{ПК-4} уметь: 1) проводить презентации; 2) проводить обучение; 3) разрабатывать описания ИТ-продуктов или услуг для поставщиков; ИД-3_{ПК-4} иметь навыки: 1) проведения обучения пользователей ИС в рамках рабочего задания; 2) консультирования заказчика по вопросам использования (типовой) ИС
Управление персоналом	ПК-5. Способен к эффективному управлению работы с персоналом, к повышению профессионализма персонала, к организации эффективного взаимодействия	ИД-1_{ПК-5} знать: 1) основы управления персоналом, включая вопросы оплаты труда; 2) основы организационной диагностики; 3) диаграмму Ганта, метод «набегающей волны», типы зависимостей между работами; 4) методы формирования команды; групповую динамику команд; 5) методы управления конфликтами; 6) методы оценки эффективности работы персонала; ИД-2_{ПК-5} уметь: 1) применять современные инструменты и методы управления организацией, в том числе методы планирования деятельности,

Категория ПК	Код и наименование ПК	Код и наименование идентификатора профессиональной компетенции
		распределения поручений, контроля исполнения, принятия решений; 2) распределять работы и выделять ресурсы; 3) контролировать исполнение поручений; ИД-3_{ПК-5} иметь навыки: 1) методологии ведения документооборота в организациях; 2) применения инструментов и методов определения финансовых и производственных показателей деятельности организаций; 3) управления качеством: контрольные списки, верификация, валидация (приемосдаточные испытания); 4) управления коммуникациями в проекте: базовые навыки управления (в том числе проведение презентаций, проведение переговоров, публичные выступления); 5) определения принципов и правил взаимодействия персонала в команде; 6) урегулирования конфликтов; 7) формирования команды; 8) наставничества и коучинга, включая организацию обучения персонала

Полученные идентификаторы профессиональных компетенций можно поправить (дополнить) с учетом задач профессиональной деятельности и, при необходимости, объектов (областей знания) профессиональной деятельности. Если идентификаторы ПК кажутся громоздкими или содержат слишком широкий круг необходимых знаний, умений и практического опыта, можно пересмотреть список задач ПД, разбивая каждую задачу и конкретизируя ее до получения нового списка обобщенных задач ПД. В соответствии с ними разобьются и компетенции, их станет больше, но идентификаторы к ним будут выглядеть более компактно, к таким ПК будет легче подобрать обобщенные оценочные показатели.

Заключение. Оценивание компетенций, соответствующих задачам ПД, позволяет определить степень готовности выпускника к практической работе, применению полученных им навыков и опыта на рабочем месте. Показатель оценки компетенций, отвечающих задаче ПД, представляет собой формализованное описание оцениваемых параметров процесса или результата деятельности. Показатели отвечают на вопрос, что является свидетельством качества процесса или результата деятельности. Корректно сформулированные показатели оценки результата являются основой для разработки оценочных средств к итоговой аттестации. В процессе оценивания компетенций необходимо предусматривать комплексные показатели, исключая механическое сложение результатов оценки отдельных знаний или умений. Компетенция не сводится к отдельному умению или знанию, а следовательно, и показатели ее сформированности должны носить комплексный характер [5, с. 20].

Показатели усвоения знаний могут быть сформулированы через описание действий, отражающих работу с информацией, выполнение различных мыслительных операций: воспроизведение, понимание, анализ, сравнение, оценка и др. Показатели можно формулировать, используя уровневую классификацию

освоения знаний: «знание», «понимание», «применение», «анализ», «синтез», «оценка». Показатели освоения умений, практического опыта содержат характеристику видов работ, выполненных обучающимся во время практики, критерии — указание на их объем и (или) качество выполнения в соответствии с технологией и (или) требованиями организации, в которой проходила практика. Этот раздел обеспечивает обоснованность выбора баз практик и содержание заданий для обучающихся [5, с. 20].

Показатели освоения компетенций являются основой для создания фонда оценочных средств (ФОС) для итоговой аттестации выпускников. Далее определяется набор практик (и их названия в соответствии с ПООП). Необходимые умения и практические навыки из всех компетенций расписываются в порядке их формирования у студентов по всем практикам. Это позволит преподавателям в контакте с представителями работодателей написать ФОСы промежуточной аттестации практик, а затем рабочие программы (РП) и ФОСы текущей аттестации практик.

Непростой и важный этап работы — определение порядка, в котором будут осваиваться компетенции или их отдельные компоненты. Можно параллельно выстраивать список дисциплин (модулей), сопоставляя их с результатами обучения и определяя их объем. Такое сопоставление делает возможным начать работы по созданию ФОСов для промежуточной аттестации по дисциплинам. Приходит очередь РП и ФОСов текущей аттестации для оценки уровней освоенности знаний и умений на текущих занятиях. Остаются учебный план, календарный график и другие необходимые шаги, обсуждение которых выходит за рамки настоящей работы.

Библиографический список

1. Об образовании в Российской Федерации [Электронный ресурс] : Федеральный закон № 273-ФЗ от 29 декабря 2012 г. с изм. 2019 г. — Режим доступа: <http://zakon-ob-obrazovanii.ru>.
2. Порядок организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования — программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры [Электронный ресурс] : утв. приказом Минобрнауки России 05.04.2017 № 301. — Режим доступа: <https://rg.ru/2017/07/19/minobr-prikaz301-site-dok.html>.
3. Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования по направлению бакалавриата 09.03.02 «Информационные системы и технологии» [Электронный ресурс] : утв. приказом Минобрнауки России 12.03.2015 № 219. — Режим доступа: <http://fgosvo.ru/uploadfiles/fgosvob/090302.pdf>
4. Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования по направлению бакалавриата 09.03.02 «Информационные системы и технологии» [Электронный ресурс] : утв. приказом Минобрнауки России 19.09.2017 № 926. — Режим доступа: http://fgosvo.ru/uploadfiles/FGOS%20VO%203++/Bak/090302_B_3_17102017.pdf.
5. Методические рекомендации по разработке основных профессиональных образовательных программ и дополнительных профессиональных программ с учетом соответствующих профессиональных стандартов [Электронный ресурс] : утв. Минобрнауки России 22.01.2015 № ДЛ-1/05вн // СПС «КонсультантПлюс».
6. Профессиональный стандарт 06.015 «Специалист по информационным системам» [Электронный ресурс] : утв. приказом Министерства труда и социальной защиты Российской

Федерации 18.11.2014 № 896н. — Режим доступа: <http://fgosvo.ru/uploadfiles/profstandart/06.015.pdf>.

7. Проект примерной основной профессиональной образовательной программы по направлению бакалавриата 09.03.02 «Информационные системы и технологии» [Электронный ресурс] / Федеральное учебно-методическое объединение в системе высшего образования по УГСН 09.00.00 «Информатика и вычислительная техника». — Режим доступа: http://fgosvo.ru/uploadfiles/Projects_POOP/BAK/09.03.02_5.pdf.

УДК 336.77:674

В статье уточнено понятие кредитоспособности организации, рассмотрена методика анализа кредитоспособности деревообрабатывающих организаций на основе значений финансовых коэффициентов, определенных экспертным путем для крупных, средних и малых организаций отрасли.

Ключевые слова: кредитоспособность, методика анализа, финансовые коэффициенты, деревообрабатывающие организации, класс кредитоспособности.

Л. В. Сластихина,

кандидат экономических наук;

В. В. Черноиванов,

студент, 5 курс, направление подготовки «Экономика»

(профиль «Бухгалтерский учет, анализ и аудит»)

(Сыктывкарский лесной институт)

АНАЛИЗ КРЕДИТОСПОСОБНОСТИ ДЕРЕВООБРАБАТЫВАЮЩИХ ОРГАНИЗАЦИЙ

Кредит является инструментом ускорения и расширения производства. Но как инструмент он оказывает не только положительное влияние на деятельность организации, но и приносит дополнительные риски, которые необходимо просчитать и учесть, принимая управленческие решения. Важная роль при этом отводится анализу кредитоспособности организации. Обе стороны — и заемщик, и кредитор — заинтересованы в таком анализе, поскольку хозяйствующий субъект, обладающий хорошим финансовым состоянием, имеет возможность получить необходимый источник финансирования и гораздо меньше вызывает сомнений в возврате предоставленных кредитных ресурсов.

Определение «кредитоспособность» с теми или иными уточнениями авторов приводится в экономической литературе. Но все определения этого явления не упоминают о наиболее распространенном риске, выражающемся в неопределенности исполнения заемщиком своих договорных обязательств по возврату кредитных средств, или подразумевают отсутствие этого риска фразой «возвратить кредит в срок и в полной сумме (или с процентами)». Однако данный вид риска при кредитных взаимоотношениях присутствует всегда. Для кредитора этот риск означает потерю основной суммы задолженности и невыплаченных процентов и будет самым значимым при установлении кредитоспособности заемщика, несмотря на то, что риск невозврата просчитать довольно сложно. Поэтому под кредитоспособностью логичнее понимать финансовое положение заемщика, позволяющее ему взять кредит, без нарушений и в сроки, установленные кредитным договором, осуществлять выплаты до полного погашения задолженности, с минимальным риском невозврата для кредитора.

Кредитоспособность — составной (комплексный) показатель, включающий финансовые коэффициенты разной направленности. Анализ кредитоспособности

зависит от множества факторов: специфики деятельности организации, условий хозяйствования, степени искаженности информационной базы и др.

Основной информационной базой анализа кредитоспособности является публичная бухгалтерская (финансовая) отчетность организаций, которой присущи определенные недостатки.

Во-первых, данные в отчетности приводятся на начало и конец периода, при этом информация внутри отчетного периода выпадает из поля зрения субъекта анализа, не позволяет оценить динамику выбранных показателей. Показатели, рассчитанные на базе бухгалтерской (финансовой) отчетности, статичны и не могут оценивать кредитоспособность во времени, а только фиксируют полученный результат деятельности организации.

Во-вторых, в бухгалтерской (финансовой) отчетности отсутствует качественная характеристика активов, фактическая ценность которых сомнительна, но, тем не менее, они используются для оценки финансового состояния организации. Например, запасы и дебиторская задолженность. Часть запасов может быть неликвидной, их нельзя продать на рынке вообще или без существенной скидки. В современном бухгалтерском балансе не выделяется просроченная и долгосрочная дебиторская задолженность и, как результат, — статья «дебиторская задолженность» имеет довольно сомнительную стоимостную оценку.

В-третьих, данные бухгалтерской (финансовой) отчетности могут быть искажены. В нашей стране до сих пор отсутствует гражданская сознательность владельцев организаций, что выражается в максимально возможном уходе от уплаты налогов как законными способами, так и с помощью мошеннических схем и в стремлении быть наименее открытыми для оценок финансового характера.

В полной мере учесть все факторы невозможно даже с качественной информационной базой и программным сопровождением. Обладая доступом к хорошей информационной базе и многолетним опытом анализа, можно упустить факторы, влияющие на деятельность субъекта хозяйствования, которые могут повлечь не возврат кредитных ресурсов в установленный срок или их полную потерю. К таким факторам относятся природные катаклизмы, техногенные катастрофы, появления на рынке кардинально нового продукта, изменения в технологии производства, повлекшие спад продаж и получение убытков, уход ключевых фигур с управленческих постов организации, политические решения руководства страны и др.

В отечественной литературе такой фактор, как ключевая фигура, не выделяется. В Российской Федерации практически отсутствуют отрасли, в которых хозяйствующие субъекты зависимы от конкретного лица. За рубежом этот фактор является определяющим в микроэлектронике (NVIDIA, Intel, AMD, Apple), программном обеспечении (Microsoft), разработке видеоигр, производстве электромобилей (Tesla).

Рекомендуемые сегодня значения финансовых коэффициентов для оценки кредитоспособности организации заимствованы из зарубежной практики. Эффективность их применения в условиях российской действительности сомнительна. Кроме того, существует проблема обоснования и постоянного обновле-

ния нормативных значений финансовых коэффициентов в связи с изменяющимися условиями производства.

Бесспорно, различные виды экономической деятельности имеют только им присущие особенности, непосредственно влияющие на формирование активов, способы их финансирования, на производственный процесс, взаимодействие с конечным потребителем и с финансовыми государственными и корпоративными институтами. Отраслевая принадлежность обуславливает структуру активов и их качественное содержание, скорость оборачиваемости капитала и источники финансирования деятельности. Так, для организаций сельскохозяйственной направленности характерным является длительный операционный цикл, обусловленный техническим процессом получения готовой продукции. В связи с этим серьезно увеличивается длительность кругооборота оборотных средств, авансированных в производство. В растениеводстве он равен году, в животноводстве — 9 месяцев. Поэтому большая часть продукции реализуется в конце года, что сказывается на неравномерности поступления выручки [1].

Деревообрабатывающие организации имеют большую продолжительность финансового цикла по времени, высокий удельный вес основных средств в составе активов, соответственно, преобладание собственных или долгосрочных заемных средств в источниках финансирования. Следовательно, для каждой отрасли важно определить свои границы допустимых значений финансовых коэффициентов, но еще важнее определить коэффициенты для классов организаций, формирующих отрасль (крупных, средних, малых, микро).

Систему показателей, используемую в методике оценки кредитоспособности организаций, целесообразно формировать в соответствии с требованиями:

- а) учета отраслевой специфики и класса организации;
- б) отсутствия дублирования финансовых показателей и их функциональной зависимости;
- в) наиболее полного отражения финансового состояния организации;
- г) расчета показателей на основе данных существующей бухгалтерской (финансовой) отчетности;
- д) проведения оценки кредитоспособности организаций во времени.

На практике чаще всего, оценивая кредитоспособность, используют коэффициенты ликвидности и платежеспособности, финансовой устойчивости, деловой активности и рентабельности организации.

На наш взгляд, целесообразнее использовать показатели рентабельности и обслуживания долга, поскольку возможность генерации денежного потока организации важнее, чем обеспечение кредитных средств залоговым имуществом. Логика применяемых на практике методик анализа кредитоспособности основана на том, что основным источником погашения тела кредита и процентов является имущество организации. Однако заемщик, беря кредит, планирует вернуть его вовсе не за счет продажи собственного имущества, а за счет доходов, которые получит в будущем. Поэтому для оценки кредитоспособности исследоваться должна возможность генерации организацией непрерывного денежного потока, позволяющего покрыть выплаты по кредиту и дополнительные расходы, связанные с его обслуживанием.

Основа методики определения кредитоспособности — система финансовых показателей, которая наилучшим образом охарактеризует финансовое положение деревообрабатывающей организации и даст исчерпывающие представления о ее возможностях. Такими финансовыми показателями являются:

1) коэффициент текущей ликвидности (X_1), показывающий, располагает ли заемщик достаточным объемом оборотных средств для погашения текущих обязательств. Оборотные средства как источник погашения обязательств или имеются в наличии, или скоро поступят на счета заемщика, или могут быть выручены от продажи запасов и ценных бумаг. Если значение коэффициента ниже 1, организация считается неплатежеспособной, следовательно, и некредитоспособной;

2) коэффициент автономии (X_2), определяющий зависимость деятельности организации от внешних источников финансирования. Кредиторы предпочитают заемщиков с низкой долей заемных средств. Если доля заемных средств высока — более 70—80 %, то риски деятельности заемщика ложатся на его кредиторов. Оптимальное значение этого коэффициента 40—60 % в зависимости от отрасли;

3) коэффициент защищенности кредитора, другими словами — коэффициент обслуживания долга (X_3), показывающий достаточность полученной брутто-прибыли для выплаты процентов. В отечественных источниках рекомендуется интервал значения от 3 до 4 без какого-либо его обоснования. Понятно, что данный коэффициент не может быть ниже 1, в противном случае заемщик полностью финансово несостоятелен;

4) коэффициент рентабельности продаж (X_4), отражающий, величину денежных средств в процентах, поступающих от обычных видов деятельности, которая может быть направлена на погашение кредита. Рекомендованных значений коэффициент не имеет, но в литературе высказывается мнение, что значение не должно быть ниже 15 %;

5) коэффициент рентабельности основных средств (X_5), характеризующий успешность деятельности организации. Его не часто применяют в практике анализа кредитоспособности, но он весьма важен для оценки кредитоспособности деревообрабатывающей организации, поскольку ее финансовое благополучие во многом определяется эффективным использованием основных средств.

Наиболее достоверно оценить кредитоспособность деревообрабатывающей организации позволяет сравнение коэффициентов, рассчитанных по данным отчетности этой организации, со значениями коэффициентов по классам организаций определенными экспертным путем. Определить (рассчитать) отраслевые значения коэффициентов только на основе бухгалтерской отчетности не позволяет множество факторов. Для каждого экономического субъекта складываются свои уникальные условия хозяйствования, в связи с этим значения показателей можно установить исключительно экспертным путем. Достоверную систему показателей количественной оценки кредитоспособности невозможно сформировать без статистики дефолтов по кредитным операциям.

В табл. 1 представлены значения коэффициентов, которые были определены экспертным путем на основе анализа бухгалтерской отчетности 150 деревообрабатывающих организаций Российской Федерации.

Таблица 1. Значения коэффициентов по классам организаций в деревообрабатывающей отрасли

Коэффициент	Крупные организации	Организации среднего класса	Малые предприятия (в т. ч. микропредприятия)
Коэффициент текущей ликвидности	1,5—3,0	1,5—2,5	1—2
Коэффициент автономии	15—60	15—60	15—60
Коэффициент защищенности кредитора	1,5—4	1,5—4	1,5—4
Коэффициент рентабельности продаж	5—25	5—25	5—20
Коэффициент рентабельности основных средств	10—40	10—40	10—30

На практике в основном применяется «рейтинговая» оценка состояния заемщика, заключающаяся в наборе определенного количества баллов или расчета коэффициентов с последующим присвоением категории кредитоспособности организации. Эффективность методики напрямую зависит от правильной подборки значений коэффициентов используемых при проведении анализа.

Для оценки кредитоспособности деревообрабатывающих организаций целесообразно разделить заемщиков на четыре класса кредитоспособности. К третьему классу отнести заемщиков с повышенным риском кредитования, которые кредитоспособны, но требуют более взвешенного подхода. В четвертый класс кредитоспособности — организации, стремящиеся к банкротству. Дальнейшая дифференциация заемщиков бессмысленна, потому что организации, относящиеся к четвертому классу кредитоспособности, уже не попадают под допустимые риски кредитования. Значения финансовых коэффициентов по классам кредитоспособности деревообрабатывающих организаций приведены в табл. 2.

Таблица 2. Значения финансовых коэффициентов по классам кредитоспособности деревообрабатывающих организаций

Коэффициент	Класс кредитоспособности			
	1 класс	2 класс	3 класс	4 класс
Коэффициент текущей ликвидности (X_1)	2—2,5	1,5—2	1—1,5	1<
Коэффициент автономии (X_2)	50—60	40—50	15—40	15<
Коэффициент защищенности кредитора (X_3)	3—4	2—3	1,5—2	1,5<
Коэффициент рентабельности продаж (X_4)	20—25	15—20	5—15	5<
Коэффициент рентабельности основных средств активов (X_5)	>40	25—40	10—25	10<

Для определения рейтинга заемщика рассчитывается интегрированный показатель по формуле:

$$R = 0,1 \cdot X_1 + 0,4 \cdot X_2 + 20 \cdot X_3 + 20 \cdot X_4 + 10 \cdot X_5.$$

Рейтинг заемщика в зависимости от полученных значений показателей:

1. Значение R от 1 до 1,2 — заемщик относится к первому классу, существует минимальный риск не возврата, кредитование не вызывает сомнений, требования к обеспечению кредита невысокие.

3. Значение R больше 1,2, но менее 2,2 — заемщик относится ко второму классу, обладает хорошими показателями финансового состояния, тем не менее, могут возникнуть некоторые трудности с выполнением обязательств, кредит может быть выдан на общих основаниях, но требуется обеспечение.

4. Значение R больше 2,2, но равно или меньше 3 — заемщик относится к третьему классу, возможность кредитования имеется, однако необходим дополнительный анализ активов организации, высокие требования к обеспечению, кредит может быть предоставлен по повышенной ставке.

5. Значение R больше или равно 3 — заемщик относится к четвертому классу, предоставить ему кредит невозможно, поскольку имеется тенденция снижения платежеспособности, ведущая к банкротству.

Анализ кредитоспособности 150 деревообрабатывающих организаций привел к следующим результатам (табл. 3).

Таблица 3. Кредитоспособность организаций деревообрабатывающей отрасли

Виды организаций	Классы кредитоспособности				Общее количество организаций
	1 класс	2 класс	3 класс	4 класс	
Крупные организации	1	3	1	5	10
Организации среднего класса	3	2	2	8	15
Малые предприятия	2	12	13	37	64
Микропредприятия	10	12	7	32	61
ИТОГО	16	29	23	82	150

Из 150 деревообрабатывающих организаций 45 (30 %) относятся к первому и второму классам и имеют устойчивое финансовое состояние, возможность предоставления кредита которым не вызывает сомнения. Крупным и средним организациям, относящимся к третьему классу, может быть предоставлен кредит с особыми условиями, являющийся высоко рискованной финансовой операцией.

К четвертому классу кредитоспособности относятся 82 организации из 150, или 54,7 %, их финансовое состояние можно определить как предкризисное. Эти организации характеризуются низкой рентабельностью основной деятельности (менее 5 %); закредитованностью (огромные долги перед контрагентами); неэффективным использованием основных средств.

Малым предприятиям, в том числе микропредприятиям, относящимся к третьему классу заемщиков требуется уточнить интервалы значений интегрального показателя, поскольку для них полученная оценка оказалась завышенной, не отражающей действительность.

Библиографический список

1. Хрестинин, В. В. Оценка отраслевой составляющей в рамках комплексного анализа кредитоспособности потенциального заемщика [Текст] : дис. ... канд. экон. наук : 08.00.10 / В. В. Хрестинин ; Моск. гос. ун-т. им. М. В. Ломоносова. — Москва, 2007. — 180 с.

НАПРАВЛЕНИЕ «МОДЕЛИРОВАНИЕ ФИЗИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ»

УДК 53

На основе экспериментальных исследований явления сверхвысокочастотного ферромагнитного резонанса наноструктурированных пленок и пленочных структур различных составов выявлены связи между магнитными, проводящими свойствами и наноструктурой композитных (металл-диэлектрических) и многослойных пленок: композит — композит, композит — полупроводник.

Ключевые слова: многослойные, композитные пленки, ферромагнитный резонанс, наноструктура.

Ю. Ю. Ефимец,

кандидат физико-математических наук
(Сыктывкарский лесной институт)

МАГНИТНЫЕ И РЕЛАКСАЦИОННЫЕ СВОЙСТВА МНОГОСЛОЙНЫХ ПЛЕНОК КОМПОЗИТ — КОМПОЗИТ/ПОЛУПРОВОДНИК

Объектом исследования являются композитные и многослойные пленки, полученные в атмосфере аргона при давлении 0,04 Па, серий А, С и D, а также пленки серии E с добавлением водородного газа при давлении $4 \cdot 10^{-4}$ Па. Пленки всех серий были получены при непрерывном вращении подложки на держателе относительно распыляемой мишени на подложках из ситалла (поликристаллического стекла) ионно-лучевым методом напыления. Химический состав композитных слоев пленок определялся как отношение атомов металла и диэлектрика с использованием электронного сканирующего микроскопа JSM-6400 [1]. Состав однослойных и многослойных пленок был следующим: $(\text{Co}_{45}\text{Fe}_{45}\text{Zr}_{10})_x(\text{Al}_2\text{O}_3)_y$ — композит (А-серия, приведена для сравнения); $\{(\text{Co}_{45}\text{Fe}_{45}\text{Zr}_{10})_x(\text{Al}_2\text{O}_3)_y\}_{100}$ — композит — композит (С-серия); композит — полупроводник — $\{[(\text{Co}_{45}\text{Fe}_{45}\text{Zr}_{10})_x(\text{Al}_2\text{O}_3)_y]-[\alpha\text{-Si}]\}_{120}$ (D-серия); $\{[(\text{Co}_{45}\text{Fe}_{45}\text{Zr}_{10})_x(\text{Al}_2\text{O}_3)_y]-[\alpha\text{-Si:H}]\}_{100}$ — композит — полупроводник с компенсированными связями в Si (E-серия); $0,30 < x < 0,62$, $3 < y < 12$, $y = 21 - 30x$. В составах цифры 100 и 120 означают числа композитных и полупроводниковых нанослоев [1].

Толщины пленок составляли: А-серии: $3 \div 6$ мкм, С-серии: $0,2 \div 0,4$ мкм, D-, E-серии: $0,34 \div 0,9$ мкм и зависели от концентрации металлической фазы x . Толщины композитных и полупроводниковых слоев составляли $1 \div 4$ нм и также зависели от x (рис. 1). Толщины слоев оценивались из контрольных напылений как суммарная толщина пленки композита или полупроводника, полученных при аналогичных условиях с режимами осаждения многослойной структуры, к количеству оборотов карусели, на которую крепились подложки. Исследование структуры показало, что композит $(\text{Co}_{45}\text{Fe}_{45}\text{Zr}_{10})_x(\text{Al}_2\text{O}_3)_{100-x}$ представляет собой гетерогенную систему, где наноразмерные металлические гранулы хаотично распределены в диэлектрической матрице (рис. 2, 3) [2].

Ранее в работах [3—5] были исследованы однослойные пленки серии А с составом, аналогичным составам композитных слоев в многослойных пленках. В данной работе также приводятся зависимости ФМР характеристик для данной серии А для сравнительного анализа с характеристиками пленок С-, D- и E-серий.

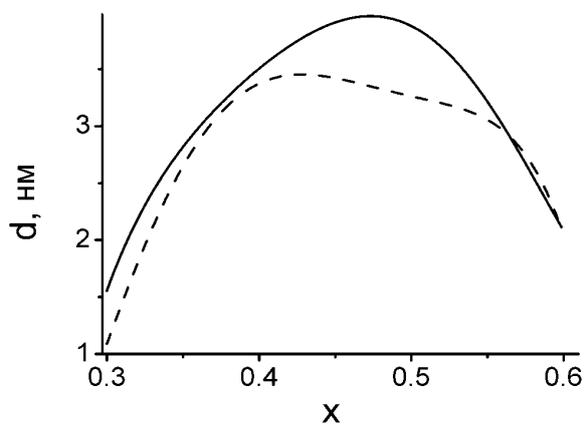


Рис. 1. Зависимости толщин композитных (сплошная линия) и полупроводниковых (прерывистая линия) слоев от x для пленок С-, D-, E-серий

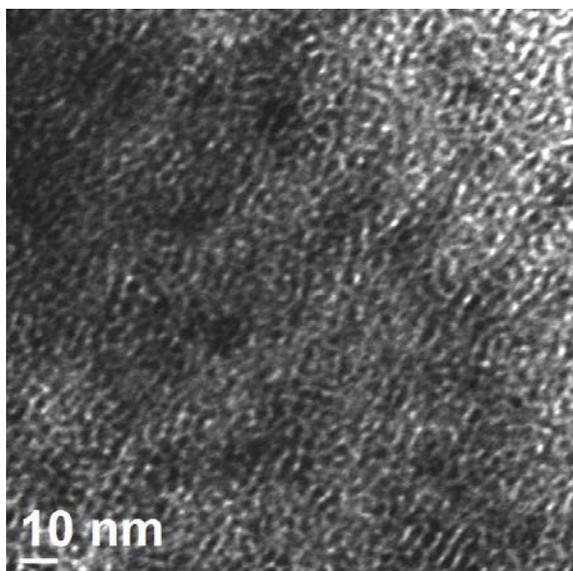


Рис. 2. Электронная микрофотография тонкой композитной пленки $(\text{Co}_{45}\text{Fe}_{45}\text{Zr}_{10})_{0.55}(\text{Al}_2\text{O}_3)_{4.5}$ с толщиной порядка 10 нм

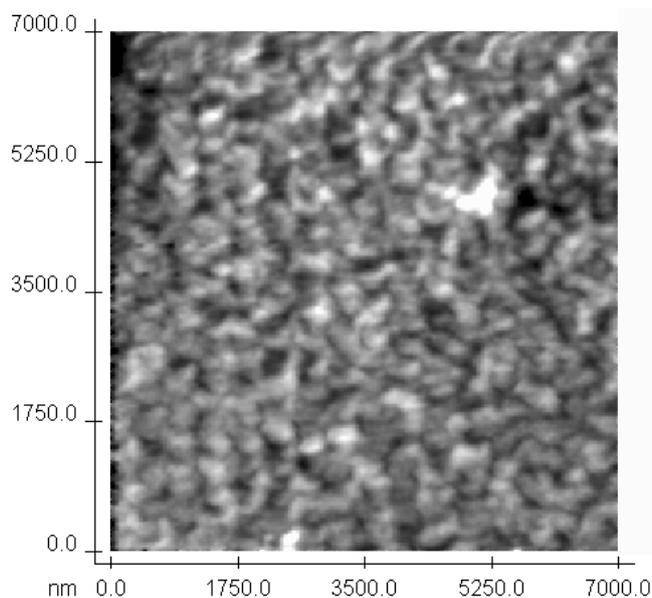


Рис. 3. Фотография толстой композитной пленки $(\text{Co}_{45}\text{Fe}_{45}\text{Zr}_{10})_{0.55}(\text{Al}_2\text{O}_3)_{4.5}$ с толщиной порядка 5 мкм, полученная с помощью атомно-силового микроскопа ARIS-3500

Спектры ФМР получены на радиоспектрометре ЭПР PE-1306 с частотой 9,36 GHz и использованием стандартной модуляционной техники. В экспериментах по исследованию спектров ФМР, постоянное магнитное поле было направлено касательно поверхности пленок. Переменное СВЧ магнитное поле ориентировано перпендикулярно постоянному полю и также касательно плоскости измеряемых образцов.

Для интерпретации результатов экспериментов была применена стандартная формула Киттеля [6—8] для резонансного поля H_{res} (значение поля соответствует внешнему полю H_0 , при котором наблюдается максимальное значение сигналов ФМР):

$$H_{\text{in}}^2 = H_{\text{res}}(H_{\text{res}} + 4\pi \langle M \rangle + 2K/\langle M \rangle), \quad (1)$$

где $H_{\text{in}} = f/\gamma^* = 3375 \text{ Oe}$; $\gamma^* = 2,8 \text{ MHz/Oe}$; $\langle M \rangle$ — средняя намагниченность пленки; K – константа плоскостной наведенной анизотропии.

Из формулы Киттеля (1) можно выразить функцию средней намагниченности $f(\langle M \rangle) = 4\pi \langle M \rangle + 2K/\langle M \rangle$, которая определяет поля размагничивания и анизотропии. Значения функции $f(\langle M \rangle)$ могут быть определены из эксперимента и использованы для интерпретации полученных экспериментальных данных. Выражая $f(\langle M \rangle)$ из (1) получим:

$$f(\langle M \rangle) = H_{\text{in}}^2/H_{\text{res}} - H_{\text{res}}. \quad (2)$$

Выражение для ширины линии ФМР ΔH , где учтены основные слагаемые, может быть записано следующим образом [5]:

$$\Delta H \approx \Delta H_{\text{dd}} + \Delta H_{\text{n}} + \Delta H_{\text{a}} + \Delta H_{\text{SP}} + \Delta H_{\text{LL}}, \quad (3)$$

где ΔH_{dd} — суммарная неоднородность магнитных полей слоев, естественная ширина линии ΔH_{n} — обусловлена магнитными потерями в гранулах, ΔH_{a} — вклад, обусловленный плоскостной наведенной анизотропией пленки, ΔH_{SP} — спин-поляризационный вклад в ширину линии, ΔH_{LL} — неоднородность магнитных полей между слоями.

Вклад ΔH_{dd} так же, можно найти, используя формулу Киттеля, и в частности, для металлических частиц, имеющих форму эллипсоидов вращения [8]:

$$\Delta H_{\text{dd}} \approx 4x(1-x)M_S\pi\varepsilon_0, \quad (4)$$

где ε_0 – значение максимальной эллиптичности металлических гранул, M_S – намагниченность насыщения металлических наногранул. ΔH_{n} , и ΔH_{a} могут быть выражены следующими формулами:

$$\Delta H_{\text{n}} = 2\alpha H_{\text{in}}, \quad (5)$$

$$\Delta H_{\text{a}} = 2K/\langle M \rangle, \quad (6)$$

где α – параметр магнитной диссипации [8].

Из формулы (5) следует выражение для частоты релаксации вектора намагниченности $\omega_r = 2\alpha\omega_0 = 2\alpha\gamma H_{in}$. Спин-поляризационный вклад ΔH_{SP} в ширину линии монотонно уменьшается с увеличением x [9]. В многослойных пленках, в формуле для ширины линии (3) взаимодействие между композитными слоями учитывается членом ΔH_{LL} . Механизм взаимодействия между композитными слоями включает в себя межслойный обмен через полупроводниковые слои и влияние шероховатости поверхностей слоев. Характер межслойного обменного взаимодействия меняется от ферромагнитного к антиферромагнитному при изменении толщины полупроводниковых слоев (см. рис. 1). Вклад ΔH_{LL} можно представить в виде суммы двух слагаемых:

$$\Delta H_{LL} = \Delta H_{DL} + \Delta H_{EX}. \quad (7)$$

ΔH_{DL} соответствует разбросу размагничивающих полей в композитных слоях, а ΔH_{EX} — неоднородности обменного взаимодействия между гранулами соседних композитных слоев.

Член ΔH_{DL} определяется средней намагниченностью одного композитного нанослоя и зависит от шероховатости межслойной поверхности. ΔH_{EX} можно представить в следующем виде:

$$\Delta H_{EX} \sim -\exp(-a\frac{d}{\lambda}) / \langle M \rangle, \quad (8)$$

где a — константа, определяемая из эксперимента; d — толщина полупроводникового слоя; λ — длина свободного пробега электронов.

На рис. 5, *a* приведены зависимости функции $f(\langle M \rangle) = 4\pi \langle M \rangle + 2K/\langle M \rangle$ от концентрации металлической (магнитной) фазы x , построенные на основе выражения (2) для 4 серий пленок при температуре 300 К. Если поле наведенной анизотропии намного меньше модуля поля размагничивания $4\pi \langle M(x) \rangle$, то функция $f(\langle M(x) \rangle) \approx 4\pi \langle M(x) \rangle$. Следовательно, без учета поля анизотропии, можно считать, что на рис. 5, *a* представлены зависимости $4\pi \langle M(x) \rangle$. Для всех серий пленок наблюдаются области роста средней намагниченности пленок $\langle M \rangle$ при увеличении концентрации магнитных гранул x . Для композитных (с магнитной фазой) однослойных пленок серии А и многослойных пленок серии С: композит-композит с узкой шероховатой границей, на зависимости $\langle M(x) \rangle$ наблюдаются две области роста.

При малых x ($x < 0,5$ для пленок серии А и $x < 0,43$ для пленок серии С) наблюдается более быстрый рост $\langle M \rangle$ от x , чем при больших x . Особенно сильный рост при малых x наблюдается для многослойных пленок серии С, что может быть связано с ростом толщины нанослоев и размеров магнитных наногранул, их объединением и уменьшением влияния границ между слоями при росте x . Для многослойных пленок серий D, E наряду со слабым ростом $\langle M \rangle$ при увеличении x , имеются области, в которых оказывает большой вклад на зависимость $\langle M \rangle(x)$ толщины композитных и полупроводниковых слоев (см. рис. 1). Для пленок серий D и E наблюдается локальный минимум на зависимо-

стях $\langle M(x) \rangle$ при $x \approx 0,57$. Это может быть связано со значительным уменьшением толщины полупроводникового слоя и возникновением электронного обмена между слоями, приводящего к антипараллельному упорядочению векторов намагниченности магнитных гранул соседних слоев.

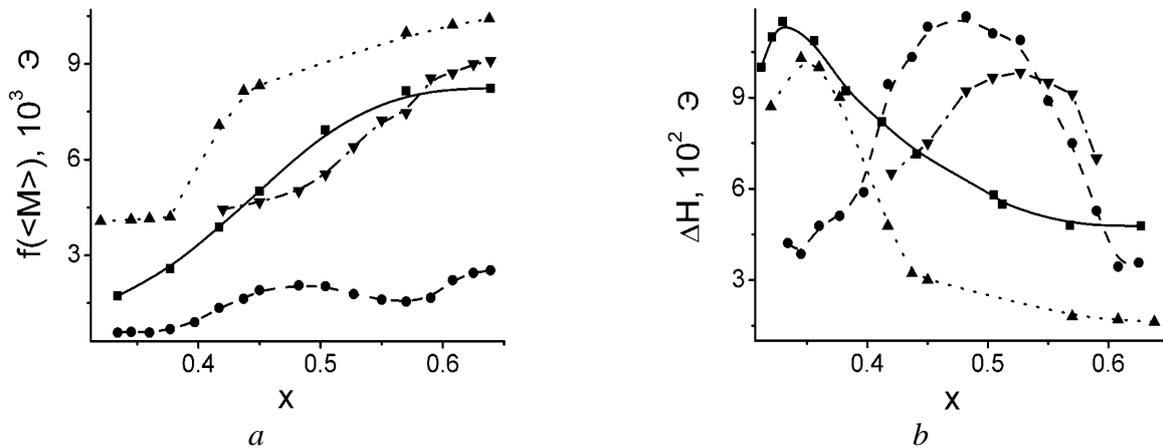


Рис. 5. Зависимость функции $f(\langle M \rangle)$ (a) и ширины линии ΔH ФМР (b) от концентрации x для пленок серий: А —■—; С —·—·—; D —●—; Е —▼—. $T = 300$ К

На рис. 5, *b* показаны зависимости значений ширины линии ΔH от концентрации x для 4 серий пленок при температуре 300 К. Наличие максимумов определяется вкладом двух процессов: увеличением разброса размагничивающих полей и уменьшением разброса полей за счет увеличения диполь-дипольного взаимодействия, электронного обмена между гранулами, и слияния гранул при увеличении x . Для однослойных композитных пленок серии А максимум хорошо описывается формулой (4). Широкие максимумы $\Delta H(x)$ для многослойных пленок серий D, E коррелируют с зависимостью толщины слоев $d(x)$ (см. рис. 1). При больших расстояниях между композитными слоями (в области максимума $d(x)$) разброс размагничивающих полей гранул между слоями максимальный, а обмен электронами через полупроводниковый слой минимальный. Это приводит к общему уширению линии ФМР и к максимуму $\Delta H(x)$. Очевидно, что смещение максимумов для пленок серий С, D, Е относительно максимума для пленок серии А связано с наличием нанослоев в пленках. Размеры гранул в таких пленках порядка размера слоев 2—4 нм в пленках серии С, D, Е. Уменьшение размера гранул соответствует уменьшению диполь-дипольного и обменного взаимодействия, контактов магнитных гранул. Все это приводит к расширению и смещению максимумов для пленок серий С, D, Е на зависимостях $\Delta H(x)$. Для пленок серий D, Е, кроме малых размеров магнитных гранул, большой вклад в расширение и смещение максимума $\Delta H(x)$ оказывает наличие разброса размагничивающих полей в соседних слоях, разделенных полупроводящими (пленки серии D-, Е-) нанослоями. В этом случае максимумы могут быть качественно описаны формулами (3—4), (7—8), где основной вклад в ширину линии будут давать слагаемые ΔH_{dd} и ΔH_{LL} .

Диполь-дипольное взаимодействие и электронный обмен, приводящие к сужению линии, между гранулами соседних магнитных слоев могут возникать лишь при малых толщинах полупроводниковых слоев. Причем для пленок серии E, сужение линии ФМР должно возникать при более больших x , т. е. при малых d (см. рис. 1), чем для пленок серии D, что и наблюдается в эксперименте (см. рис. 5, b).

Библиографический список

1. Ситников, А. В. Электрические и магнитные свойства наногетерогенных систем металл-диэлектрик [Текст] : дис. ... д-ра ф.-м. наук : 01.04.07 : защищена 09.02.10 / А. В. Ситников. — Воронеж, 2010. — 317 с.
2. Калинин, Ю. Е. Гранулированные нанокompозиты металл-диэлектрик с аморфной структурой [Текст] / Ю. Е. Калинин, А. В. Ситников // Физика и химия обработки материалов. — 2001. — № 5. — С. 14—20.
3. Kotov, L. N. Magnetic and relaxation properties of thin composite films $(\text{Co}_{45}\text{Fe}_{45}\text{Zr}_{10})_x(\text{Al}_2\text{O}_3)_{100-x}$ [Text] / L. N. Kotov, V. K. Turkov, V. S. Vlasov [et al.] // JMMM. — 2007. — V. 316. — P. e20—e22.
4. Kotov, L. N. Relaxation of magnetization in thin composite $(\text{Co}_{45}\text{Fe}_{45}\text{Zr}_{10})_x(\text{Al}_2\text{O}_3)_{100-x}$ films [Text] / L. N. Kotov, V. K. Turkov, V. S. Vlasov [et al.] // Material Science and Engineering. — 2006. — V. 442. — P. 352—355.
10. Kotov, L. N. Magnetic and relaxation properties of $(\text{Co}_{45}\text{Fe}_{45}\text{Zr}_{10})_x(\text{Al}_2\text{O}_3)_{100-x}$ thin films [Text] / L. N. Kotov, V. K. Turkov, V. S. Vlasov [et al.] // Advanced Materials Research. — 2008. — V. 47—50. — P. 706—709.
11. Rubinstein, M. Ferromagnetic-resonance studies of granular giant-magneto-resistive materials [Text] / M. Rubinstein, B. N. Das, N. C. Koon [et al.] // Phys. Rev. B. — 1994. — V. 50. — P. 184—193.
12. Dubowick, J. Shape anisotropy of magnetic heterostructures [Text] / J. Dubowick // Phys. Rev. B. — 1996. — V. 54. — P. 1088—1091.
9. Butera, A. Ferromagnetic resonance in as-deposited and annealed Fe-SiO₂ heterogeneous thin films [Text] / A. Butera, J. N. Zhou, J. A. Barnard // Phys. Rev. B. — 1999. — V. 60, № 17. — P. 12270—12278.
10. Lutsev, L. V. Spin excitations in granular structures with ferromagnetic nanoparticles [Text] / L. V. Lutsev // Phys. Solid State. — 2002. — V. 44. — P. 102—110.

УДК 66.011:519.876 (075.8)

Метод расчета задачи ангармонического осциллятора применен к молекуле силациклобутана.

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
(Сыктывкарский лесной институт)

АНГАРМОНИЧЕСКИЙ ОСЦИЛЛЯТОР В ИНТЕРПРЕТАЦИИ ИК-СПЕКТРА ИЗГИБНЫХ КОЛЕБАНИЙ КОЛЬЦЕВЫХ МОЛЕКУЛ

В предыдущей статье [1] была рассмотрена задача об ангармоническом осцилляторе с потенциалом вида двойной симметричной потенциальной ямы. Задача решалась методом численного интегрирования Рунге — Кутты.

В данной работе этот метод был применен для анализа ИК-спектра конкретной молекулы, принадлежащей к группе кремнеорганических соединений. Это молекула силациклобутана C_3H_8Si . ИК-спектр газообразных силациклобутанов находится в области $24—300\text{ см}^{-1}$, двугранный угол молекулы около 36° , потенциальный барьер между ямами 440 см^{-1} . Силациклобутаны и их производные имеют свойства, важные в практическом смысле. Они используются для получения тонких кремний-карбидных пленок в качестве интермедиатов с линейной связью $Si=C$. Такие соединения широко применяются в электронной промышленности, медицине, строительстве, транспорте, производстве полимеров и т. д.

Константы потенциала $U(z) = a(z^4 - bz^2)$ и данные ИК-спектра изгибных колебаний молекулы силациклобутана были взяты из работы Лаане и Лорда [2], где задача решалась вариационным методом.

В нашей схеме расчета уравнение Шредингера в единицах $\hbar = 2m = 1$

$$\Psi_n''(x) + [E_n - U(x)] \Psi_n(x) = 0. \quad (1)$$

интегрируется с использованием начальных условий в точке $x = 0$:

$$\Psi(0) = 1, \Psi'(0) = 0 \text{ для четных уровней;}$$

$$\Psi(0) = 0, \Psi'(0) = 1 \text{ для нечетных уровней.}$$

В табл. 1 представлены полученные нами энергетические уровни молекулы C_3H_8Si в безразмерных единицах, рассчитанные для модельного потенциала $U(z) = -9.333z^2 + z^4$. Коэффициент a перевода в см^{-1} равен 20.23 см^{-1} . Отсчет уровней идет от вершины потенциального барьера. В табл. 2 полученные нами частоты квантовых переходов молекулы силациклобутана (в см^{-1}) сравниваются с расчетами Лаане и Лорда и с экспериментальными данными, взятыми из работы [2].

Таблица 1

n	Наши расчеты	По работе [2]
0.	-17.56989	-17.5841
1.	-17.56977	-17.5839
2.	-9.68787	-9.6865
3.	-9.67475	-9.6731
4.	-3.08550	-3.0799
5.	-2.65677	-2.6533
6.	1.53605	1.5434
7.	4.03506	4.0377
8.	7.72710	7.7288
9.	11.63344	11.6334
10.	15.90036	15.8988
11.	20.44769	20.4450
12.	25.25407	25.2507

Таблица 2

Переходы $i \rightarrow k$	$E_i - E_k$ Наши расчеты	Частоты переходов (см^{-1})		
		Наши расчеты	По работе [2]	эксперимент
0—1	0.00012	0.00243	0.001	0.003
1—2	7.88190	159.451	159.48	157.78
0—3	7.89514	159.719	159.74	
0—2	7.88202	159.453	159.48	
1—3	7.89502	159.716	159.75	
2—3	0.01312	0.265418	0.264	0.26
3—4	6.58925	133.301	133.38	133.45
2—4	6.60237	133.566	133.64	
2—5	7.03110	142.239	142.26	141.80
3—5	7.01798	141.974	142.00	
4—5	0.42873	8.67321	8.63	—
5—6	4.19282	84.8207	84.90	85.37
6—7	2.49901	50.5550	50.46	49.85
7—8	3.69204	74.6900	74.67	74.70
8—9	3.90634	79.0253	78.99	79.22
9—10	4.26692	86.3198	86.29	86.20
10—11	4.54733	91.9925	91.97	92.10
11—12	4.80638	97.2331	97.22	98.50

Из табл. 2 видно, что полученные нами результаты хорошо согласуются с данными, приведенными в работе [2].

Библиографический список

1. Полещиков, С. М. Ангармонический осциллятор с потенциалом, содержащим только четные степени [Электронный ресурс] / С. М. Полещиков, А. В. Турьев // Февральские чтения : сб. материалов науч.-практич. конф. по итогам научно-исследовательской работы 2018 года преподавателей Сыктывкарского лесного института (Сыктывкар, СЛИ, 26—28 февраля 2018 г.). — Сыктывкар : СЛИ, 2018. — 1 электрон. опт. диск (CD-ROM).

2. Laane, J. Far-Infrared Spectra of ring compounds. III. Spectrum, structure, and ring — puckering potential of Silacyclobutane [Text]/ J. Laane, R. C. Lord // J. Chem. Phys. — V. 48. — № 4. — P. 1508—1513.

УДК 53

Проанализированы несколько способов возбуждения магнитоупругих колебаний в магнетике. В качестве предмета исследования выбраны самые популярные и эффективные методы возбуждения колебаний: магнитными полями, электрическими полями и оптическим воздействием. При обзоре возбуждения колебаний намагниченности магнитными полями разобрана классическая задача магнитного возбуждения, сделаны выводы о ряде недостатков данного способа. При рассмотрении возбуждения магнитоупругих колебаний электрическими полями показаны несколько вариантов возбуждения магнитной подсистемы, обозначены область применения, достоинства и недостатки электрического метода. При обзоре возбуждения колебаний оптическим способом изучены взаимодействия различной природы, возникающие в образце. Показаны модель оптического воздействия, схема распространения упругих волн, схема конструкции, осуществляющей оптическое воздействие и детектирование результатов. Сделан вывод о наибольшей эффективности применения оптического воздействия для возбуждения магнитоупругой подсистемы магнетика.

Ключевые слова: магнитоупругие колебания, ферромагнетик, намагниченность, магнитострикция.

И. А. Чупров,
аспирант, 2 курс (Сыктывкарский государственный
университет им. Питирима Сорокина);

Д. А. Плешев,
кандидат физико-математических наук;

Ф. Ф. Асадуллин,
доктор физико-математических наук, доцент
(Сыктывкарский лесной институт);

В. С. Власов,
кандидат физико-математических наук;

Л. Н. Котов,
доктор физико-математических наук
(Сыктывкарский государственный
университет им. Питирима Сорокина)

СПОСОБЫ ВОЗБУЖДЕНИЯ МАГНИТОУПРУГИХ КОЛЕБАНИЙ

Изучение магнитоупругих свойств тонких пленок является важной составляющей современной физики. Успешные исследования в данном направлении способствуют развитию многих областей науки и техники. Однако важными этапами исследований являются не только выбор параметров экспериментов, их проведение и объяснение результатов. Необходимо, кроме всего прочего, выбрать наиболее подходящий способ возбуждения магнитоупругих колебаний в магнетике.

В настоящее время используются разнообразные методы управления магнитным порядком ферромагнетика: магнитные поля, электрические поля, а также оптическое воздействие.

При возбуждении магнитной подсистемы магнетика за счет магнитоупругого взаимодействия также возбуждается упругая подсистема, что в конечном итоге вносит значительные изменения в происходящие в магнетике процессы: энергия переносится из одной подсистемы в другую, а явление магнитострикции и вовсе может отрицательно повлиять на работу магнитных устройств. Чтобы добиться существенного прогресса в улучшении уже существующих технических устройств и создании новых, требуется учесть все возможные условия и выбрать наиболее подходящий способ для возбуждения магнитоупругой подсистемы магнетиков.

Возбуждение колебаний намагниченности магнитными полями. Рассмотрим классическую задачу по возбуждению колебаний намагниченности в однослойной пленке (рис. 1). В основе задачи лежит пластина, находящаяся во внешнем магнитном поле H_0 , направленном по нормали к плоскости пластины по оси Z . Возбуждение колебаний осуществляется посредством переменного магнитного СВЧ-поля h_0 , плоскость поляризации которого лежит в плоскости пленки.

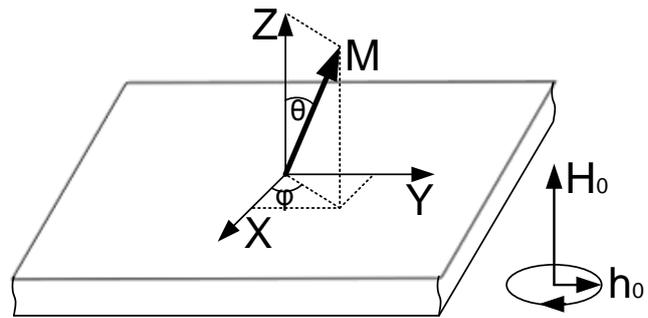


Рис. 1. Геометрия классической задачи магнитного способа возбуждения магнитоупругих колебаний

Посредством внешнего переменного поля в пленке можно добиться магнитоупругих колебаний, прецессии первого и второго порядка, а также перемагничивания [1—3]. Данный способ широко исследуется и используется, является относительно дешевым и на малых частотах (до 300 МГц) легко реализуемым, однако у него имеется ряд недостатков:

1) Скорость считывания результатов осуществляется в пределах нескольких наносекунд, в то время как альтернативные способы возбуждения колебаний могут предложить пико- и фемтосекундные временные масштабы.

2) Размеры исследуемых образцов ограничены. Когда размеры поверхности становятся сопоставимы с размерами магнитных доменов, происходят искажение намагниченности доменов.

3) Считывание результатов невозможно осуществить той же системой, которой возбуждаются колебания.

Возбуждение колебаний намагниченности электрическими полями. При использовании электрического метода возбуждения магнитной подсистемы может использоваться как возбуждение напрямую электричеством (рис. 2, *a*), так и перпендикулярно приложенным электрическим полем (рис. 2, *b*, *c*). Однако в данной области предпочтение отдается второму варианту, позволяющему осуществлять локальный контроль за распространением доменных стенок [4].

Концепция способа показана на рис. 2, *b*. Прикладывая электрическое поле, перпендикулярное тонкой пленке, локально меняется анизотропия, что приводит к движению доменных стенок и возбуждению магнитной и магнитоупругой подсистем. Схематическое изображение образца, подвергающегося воздей-

ствию с помощью электрического поля, представлено на рис. 2, с [4]. Данный способ может применяться для создания запоминающих и логических устройств, основанных на движении доменных стенок.

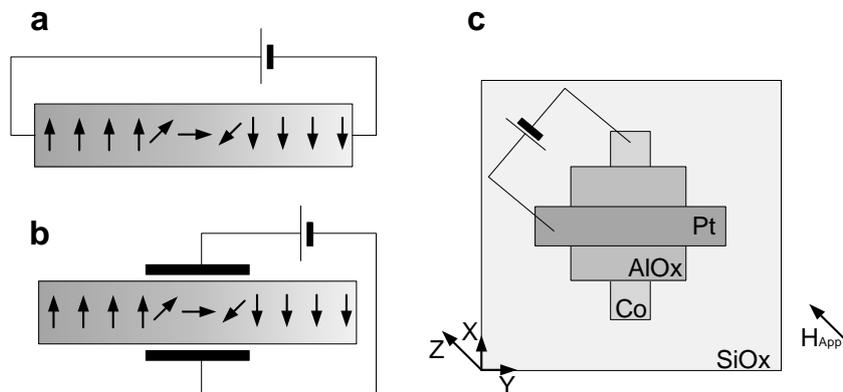


Рис. 2. Электрический способ возбуждения магнитоупругой подсистемы

Однозначное достоинство способа: низкая используемая мощность.

Недостатки: время воздействия более 10 пс.

Возбуждение колебаний намагниченности оптическим воздействием.

Наиболее современным и эффективным механизмом оптомагнитоупругого взаимодействия является взаимодействие пикосекундных и фемтосекундных лазерных импульсов со средой, в которой возбуждаются резонансные моды фононов. Время воздействия фемтосекундного лазера на образец не превышает 10 фс, что значительно быстрее других способов возбуждения.

Времена взаимодействия пикосекундных и фемтосекундных лазерных импульсов соотносимы с процессами спин-решеточного, спин-орбитального и обменного взаимодействия. Это может использоваться для контроля намагниченности на сверхкоротких масштабах времени, в том числе в материалах с сильной кристаллографической анизотропией [5, 6].

Явление возбуждения магнитной среды фемтосекундным лазером основано на поглощении энергии лазерного импульса (рис. 3), приводящее к взаимодействиям различной природы:

1) В металлической среде лазерное излучение вызывает сверхбыстрый (порядка нескольких пикосекунд) рост температуры свободных электронов металла, что приводит к значительному возмущению электронной, спиновой и фононной подсистем, приводящему к сверхбыстрому размагничиванию и прецессии намагниченности. (часть образца, инжекция электронов).

2) В металлах и диэлектриках происходит изменение магнитокристаллической анизотропии образца за счет увеличения эффективной температуры решетки, приводящей к возбуждению спиновой прецессии (весь образец).

3) В фотоманитных веществах наблюдаются фотоманитные эффекты, заключающиеся в возникновении кратковременного изменения анизотропии среды за счет перераспределения зарядовой плотности между ионами.

4) При оптомагнитном воздействии света на спины, в отсутствие тепловых механизмов с высокой чувствительностью к поляризации света, происходят процессы типа вынужденного комбинационного рассеивания.

5) При комбинированном возбуждении образец состоит из нескольких слоев. Слой возбуждаемый фемтосекундным лазером, является немагнитным металлом (Au), в котором за счет сверхбыстрого роста температуры кристаллической решетки возбуждаются термоупругие волны. Остальные слои представляют собой ферромагнитный материал (Ni, Co, FeNi), в котором происходит возбуждение магнитоупругих волн.

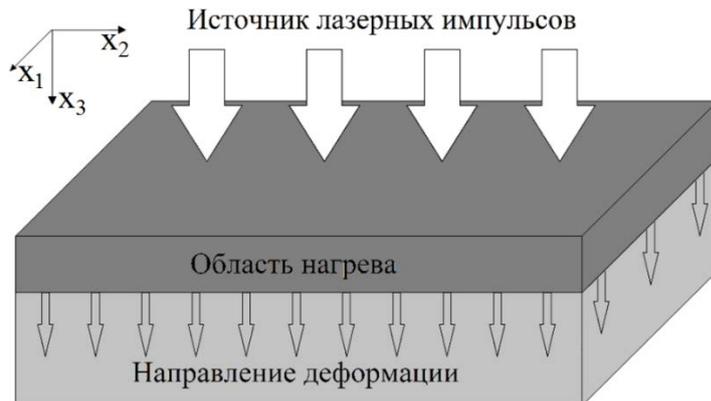


Рис. 3. Воздействие лазерного импульса на образец

При тепловом расширении после поглощения излучения лазера в определенной нагретой точке объема материала поперечные акустические волны не возбуждаются (рис. 4). Данный эффект является следствием изотропности теплового расширения, протекающего одновременно во всех возможных направлениях от нагретой точки, что в результате приводит к сохранению сферической симметрии частицы. При таких условиях деформация сдвига не имеет места, поскольку поперечное смещение ортогонально к такому сферически симметричному возбуждению.

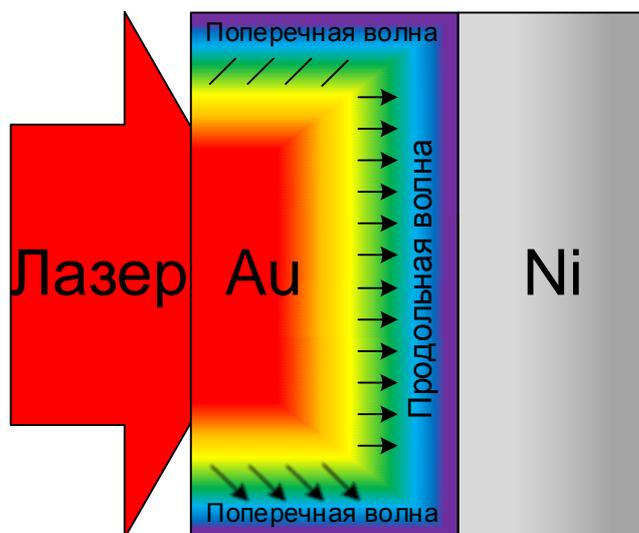


Рис. 4. Распространение волн в образце, нагретом лазером

Деформация, вызванная нагревом, будет распространяться преимущественно по нормали к поверхности, так как продольные волны, направленные не

по нормали к поверхности образца, взаимно компенсируются, поперечные волны будут локализованы по краям образца вне зоны возбуждения, а их преобладающее направление эмиссии будет иметь наклон относительно нормали к поверхности, обусловленный радиусом фокуса лазера, длительностью импульса и глубиной нагрева.

Нагрев образца при лазерной генерации упругих колебаний приводит к негативному влиянию термической диффузии и быстрому размагничиванию. Однако подобных негативных эффектов можно избежать, используя промежуточный немагнитный слой, служащий для демпфирования термических эффектов.

На рис. 5 продемонстрировано еще одно достоинство оптического способа возбуждения магнитоупругих колебаний. У лазера, осуществляющего воздействие на образец, лазера накачки, и у лазера, снимающего результаты, лазера зонда, один источник. Лазеры являются линейно поляризованными, что упрощает экспериментальную конструкцию и делает исследования более доступными.

Заключение. В настоящий момент возбуждение магнитоупругих колебаний оптическим воздействием является одним из самых быстрых, эффективных и распространенных методов, позволяя генерировать 10 фс импульсы с частотой до 500 МГц, что позволяет эффективно воздействовать на магнитоупругую подсистему и контролировать намагниченность на сверхкоротких масштабах времени.

В том числе к достоинствам оптического способа следует отнести возможность работы со сверхмалыми образцами (наноструктурами) и возможность использовать одну систему как для воздействия на образец, так и для детектирования результатов.

К недостаткам данного способа возбуждения следует отнести негативное воздействие высоких температур (вплоть до комнатных) на результаты экспериментов, а также высокую стоимость экспериментальной установки.

Из рассмотренных нами способов использование оптического воздействия для возбуждения магнитоупругой подсистемы позволяет получить наиболее полные и подробные теоретические знания о магнитоупругих свойствах магнетиков.

Практическая значимость теоретических знаний о магнитоупругих свойствах магнитных пленок состоит в следующем:

1) возможность прогнозирования динамики намагниченности в различных ферритовых пленках;

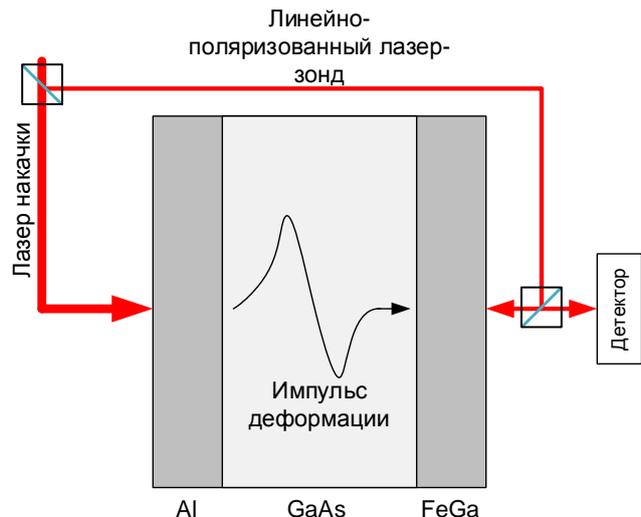


Рис. 5. Лазерная система возбуждения колебаний и детектирования результатов

2) разработка новых технологических решений в области построения различных устройств и средств вычислительной техники.

Библиографический список

1. 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. 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. Conditions for division and multiplication of frequencies in ferrite [Electronic resource] / D. Pleshev, V. Vlasov, F. Asadullin [et al.] // *European Physical Journal. Web of Conferences*. — 2018. — Vol. 185 : Moscow International Symposium on Magnetism (MISM 2017) (Moscow, Russia, July 1—5, 2017). — Mode of access: https://www.epj-conferences.org/articles/epjconf/pdf/2018/20/epjconf_mism2017_02004.pdf.
4. Electric-field control of domain wall motion in perpendicularly magnetized materials [Text] / A. J. Schellekens [et al.]. — *Nat. Commun.* 3:847 doi: 10.1038/ncomms1848 (2012).
5. Parametric frequency mixing in a magnetoelastically driven linear ferromagnetic-resonance oscillator [Text] / C. L. Chang, A. M. Lomonosov, J. Janusonis [et al.] // *Phys. Rev. B* 95, 060409(R) — Published 15 February 2017.
6. Ultrafast magnetoelastic probing of surface acoustic transients [Text] / J. Janušonis, C. L. Chang, T. Jansma [et al.] // *Phys. Rev. B* 94, 024415 — Published 13 July 2016.