

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)



*Посвящается 220-летию образования
СПбГЛТУ имени С.М. Кирова
и Году педагога и наставника в России*

ФЕВРАЛЬСКИЕ ЧТЕНИЯ

Сборник материалов
научно-практической конференции
по итогам научно-исследовательской работы 2022 года
преподавателей Сыктывкарского лесного института

г. Сыктывкар, Сыктывкарский лесной институт,
27—28 февраля 2023 года

Научное электронное издание на компакт-диске

Сыктывкар 2023

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:

О. А. Конык, кандидат технических наук, доцент;
И. В. Левина, кандидат экономических наук, доцент;
В. В. Пахучий, доктор сельскохозяйственных наук, профессор;
Д. А. Плешев, кандидат физико-математических наук, доцент;
Г. Г. Романов, кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник;
П. В. Соловьев, кандидат технических наук;
А. Г. Тулинов, кандидат сельскохозяйственных наук

Научно-практическая конференция «Февральские чтения» прошла под девизом «220 лет первому лесному вузу страны» и была посвящена 220-летию образования СПбГЛТУ имени С.М. Кирова и Году педагога и наставника в России.

«Февральские чтения» — это научно-практическая конференция, на которой преподаватели института подводят итоги своей научно-исследовательской работы за прошедший календарный год, ставят перед собой новые цели и задачи, строят планы на будущее.

В данном сборнике представлены результаты научных исследований преподавателей по темам кафедральных НИР.

Сборник материалов конференции размещается в наукометрической базе РИНЦ. Материалы сборника предназначены для студентов, магистрантов и аспирантов, а также рассчитаны для широкого круга читателей.

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

Темплан I семестра 2023/24 учеб. г. Изд. № 13.

В подготовке сборника принимали участие отдел ООНИИД (начальник *Е. В. Хохлова*), библиотека (зав. библиотекой *С. В. Сердитова*, библиограф *И. А. Штельмах*), отдел информационного обеспечения (инженер *Надуткин*).

* * *

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 № 27. Тираж 15 экз. Объем 15 .

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.

СОДЕРЖАНИЕ

ПРЕДИСЛОВИЕ	5
АВТОРСКИЙ УКАЗАТЕЛЬ	6
АННОТАЦИИ	7
СТАТЬИ	14
<i>Башманов Е. Е., Лобанов А. Ю.</i> ПРОЕКТ УЧЕБНОГО СТЕНДА ПЕРЕКЛЮЧЕНИЯ ДВИГАТЕЛЯ СО «ЗВЕЗДЫ» НА «ТРЕУГОЛЬНИК».....	14
<i>Белый В. А., Кармадонов И. А.</i> ТЕМПЕРАТУРНЫЕ ЭФФЕКТЫ ЛИГНИНА.....	17
ПО РЕЗУЛЬТАТАМ СИНХРОННОГО ТЕРМИЧЕСКОГО АНАЛИЗА	17
<i>Большаков Н. М., Шишелов М. А.</i> ТРАНСВЕРСАЛЬНО-ИНТЕГРАЛЬНАЯ СОВОКУПНАЯ РЕНТА, СВЕРХПРИБЫЛИ ЛЕСОПРОМЫШЛЕННЫХ МОНОПОЛИЙ И ГОСУДАРСТВО	21
<i>Броварова Д. А., Броварова О. В., Рачкова Н. Г.</i> ДЕТОКСИКАНТЫ ДЛЯ ОЧИСТКИ ПОЧВЫ ОТ РАДИОНУКЛИДОВ	27
<i>Бушуев С. К., Климов С. В.</i> ТРИГЕНЕРАЦИОННЫЕ УСТАНОВКИ В СИСТЕМАХ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ	31
<i>Готман Н. Э., Шумилова Г. П.</i> НЕЙРОННЫЕ СЕТИ ГЛУБОКОГО ОБУЧЕНИЯ КАК ИНСТРУМЕНТ ПОВЫШЕНИЯ НАДЕЖНОСТИ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ЭЭС	35
<i>Дребенцов Д. Д., Лобанов А. Ю.</i> РАЗРАБОТКА УЧЕБНОГО СТЕНДА ДЛЯ ПОДГОТОВКИ СТУДЕНТОВ ПО НАПРАВЛЕНИЮ «СЛЕСАРЬ-ЭЛЕКТРИК»	44
<i>Евстафьев Н. Г., Королёв В. В., Тетерин Н. М.</i> К ВОПРОСУ О РАЗРАБОТКЕ ИНТЕРФЕЙСА ПОЛЬЗОВАТЕЛЯ ДЛЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ РУБОК УХОДА НА ПРИМЕРЕ ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ «ЛЕСОКАРТОГРАФ»	47
<i>Коньк О. А.</i> РАЗРАБОТКА БИЗНЕС-ПРОЕКТА УТИЛИЗАЦИИ ОТРАБОТАННОЙ КОМПЬЮТЕРНОЙ ТЕХНИКИ И ЕГО ИНЖЕНЕРНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ.....	61
<i>Коньк О. А., Васильев С. Ю.</i> ОБЕСПЕЧЕНИЕ ПОЖАРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ И ОХРАНА ТРУДА РАБОТНИКОВ ПРИ ТУШЕНИИ ЛЕСНЫХ ПОЖАРОВ	70
<i>Коньк О. А., Жерлыгин В. С.</i> ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ АУДИТ ОБРАЩЕНИЯ С ОТХОДАМИ НА ДЕРЕВООБРАБАТЫВАЮЩЕМ ПРЕДПРИЯТИИ ООО «СЕВЛЕСПИЛ»	82
<i>Коньк О. А., Левицкий И. В.</i> ИНЖЕНЕРНАЯ ЗАЩИТА ОБЪЕКТОВ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ ПРИ ОБРАЩЕНИИ С КОРОДРЕВЕСНЫМИ ОТХОДАМИ НА ЛЕСОЗАГОТОВИТЕЛЬНОМ ПРЕДПРИЯТИИ	94
<i>Косолапова Т. В.</i> ТЕХНОЛОГИЯ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ МНОГОЛЕТНИХ ТРАВ НА СЕВЕРЕ	102
<i>Красильникова Е. В.</i> ПЕСТИЦИДЫ: ОТ ХИМИИ К БИОЛОГИИ	106
<i>Кузванова А. В., Кавердова И. С.</i> ИНЖЕНЕРНАЯ ЗАЩИТА АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА ПРИ РЕАЛИЗАЦИИ БИЗНЕС-ПРОЕКТА СТРОИТЕЛЬСТВА ПРЕДПРИЯТИЯ ПО ПРОИЗВОДСТВУ ФАНЕРЫ	109
<i>Кульминский А. Ф., Арихин А. Л.</i> ОТНОШЕНИЕ К ЭКОЛОГИИ ПРИ ЗАГОТОВКЕ ДРЕВЕСИНЫ СОРТИМЕНТАМИ В РЕСПУБЛИКЕ КОМИ.....	118
<i>Левина И. В., Иваницкая И. И.</i> НОВЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ КЛАСТЕРНОГО РАЗВИТИЯ ЛЕСНОГО СЕКТОРА	123
<i>Омарова З. Н.</i> ПСИХОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ УПРАВЛЕНИЯ РИСКАМИ В ОРГАНИЗАЦИИ.....	127
<i>Паршина Е. И.</i> СОСТОЯНИЕ ДРЕВЕСНО-КУСТАРНИКОВЫХ РАСТЕНИЙ НА ГОРОДСКИХ ОБЪЕКТАХ ОЗЕЛЕНЕНИЯ ПОСЛЕ РЕКОНСТРУКЦИИ	131
<i>Пахучая Л. М., Ганов И. М.</i> ОПЫТ ВЫБОРОЧНЫХ РУБОК В ИЖЕМСКОМ ЛЕСНИЧЕСТВЕ РЕСПУБЛИКИ КОМИ.....	135

<i>Пахучий В. В., Пахучая Л. М.</i> КОНЦЕПЦИЯ ЯДРОВОЙ СТРУКТУРНОЙ ОРГАНИЗАЦИИ ДРЕВОСТОЯ ЕЛИ В НАСАЖДЕНИИ ТЕМНОХВОЙНОГО ДЕВСТВЕННОГО ЛЕСА В РЕСПУБЛИКЕ КОМИ.....	145
<i>Пахучий В. В., Пахучая Л. М.</i> ВОДОПРОНИЦАЕМОСТЬ ПОЧВ НА ОБЪЕКТАХ С ИСКУССТВЕННЫМ РЕГУЛИРОВАНИЕМ ВОДНОГО РЕЖИМА.....	156
<i>Попова Т. В.</i> К ВОПРОСУ ОБ УСЛОВИЯХ ВЫБОРА ЯЗЫКОВЫХ СРЕДСТВ ПРИ ПЕРЕВОДЕ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИХ ТЕКСТОВ.....	164
<i>Романов Г. Г., Юркина Е. В.</i> КОЛИЧЕСТВЕННАЯ ПРЕДСТАВЛЕННОСТЬ УСОХШИХ ДЕРЕВЬЕВ В ЗЕЛЕНЫХ НАСАЖДЕНИЯХ ВДОЛЬ УЛИЦ НИЖНЕЙ ЧАСТИ Г. СЫКТЫВКАРА И НЕОБХОДИМОСТЬ ОБОЗНАЧЕНИЯ ИХ В НАТУРЕ	168
<i>Самородницкий А. А., Сластихина Л. В.</i> О МАТЕМАТИЧЕСКИХ МОДЕЛЯХ ЗАВИСИМОСТИ ГОДОВОЙ ВЫРУЧКИ ПРЕДПРИЯТИЯ ОТ НЕКОТОРЫХ ДРУГИХ ЭКОНОМИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ	172
<i>Сивков Е. Н.</i> АНАЛИЗ ТЯГОВЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ТРЕЛЕВОЧНЫХ КОЛЕСНЫХ И ГУСЕНИЧНЫХ МАШИН	189
<i>Тулинов А. Г.</i> УСТРОЙСТВО ДЛЯ КОМПЛЕКСНОЙ ПОСЛЕУБОРОЧНОЙ ДОРАБОТКИ КАРТОФЕЛЯ.....	194
<i>Чукреев М. Ю.</i> СТОИМОСТЬ МОЩНОСТИ В ЕЭС РОССИИ	198
<i>Чукреев Ю. Я.</i> ОБЕСПЕЧЕНИЕ БАЛАНСОВОЙ НАДЕЖНОСТИ ПРИ УПРАВЛЕНИИ РАЗВИТИЕМ ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ СИСТЕМ В УСЛОВИЯХ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО ПЕРЕХОДА	207
<i>Чурюмов В. Ю., Соловьев П. В.</i> УРАВНЕНИЕ СЕПАРАЦИИ В ИНЕРЦИОННОМ СЕПАРАТОРЕ С УЧЕТОМ ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ ВЕРОЯТНОСТЕЙ.....	214
<i>Шарапова С. И.</i> К ВОПРОСУ МНОГОЗНАЧНОСТИ СЛОВ ПРИ ОБУЧЕНИИ ИНОСТРАННОМУ ЯЗЫКУ (ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ).....	219

ПРЕДИСЛОВИЕ

Наука тем и интересна, что она существует для каждого из нас. Наука делает нашу жизнь привлекательной и, что не менее важно, она дает нам пищу для ума. А что может быть этого важнее?!

Директор Л. А. Гурьева.

В Сыктывкарском лесном институте 27—28 февраля 2023 года состоялась научно-практическая конференция «Февральские чтения: по итогам научно-исследовательской работы СЛИ в 2022 году», которая прошла под девизом «220 лет первому лесному вузу страны» и была посвящена 220-летию образования СПбГЛТУ имени С.М. Кирова и Году педагога и наставника.

Традиционно в эти дни состоялись секционные заседания. Особый интерес конференции — пленарное заседание. Открыла пленарное заседание виртуальная книжная выставка «Высшее лесное образование на благо России», которая позволила погрузиться в историю лесного образования, вспомнить знатоков лесной науки. Пленарные доклады были посвящённые знаковым событиям страны. Так, в Год педагога и наставника актуальным стало выступление **Китайгородской Галины Владимировны**, к. филол. н., ректора Коми республиканского института развития образования, на тему «Смысловые векторы Года педагога и наставника». А в Десятилетие науки и технологий особое внимание было обращено на научные исследования и разработки ученых-преподавателей. О совместном исследовании двух дружественных кафедр — «Технология лесозаготовительных производств» СПбГЛТУ и «Технологические, транспортные машины и оборудование» СЛИ на тему «Обзор современных отечественных решений для рубки лесных насаждений» доложил **Свойкин Фёдор Владимирович**, к. т. н., доцент кафедр; исследовательские разработки по фундаментальной науке «Нелинейное преобразование частот» представил доцент, к. ф.-м. н., доцент кафедры «Физика и АТПиП» **Плешев Дмитрий Александрович**.

Февральские чтения — это особое событие в жизни института, где наряду с преподавателями активное участие принимают студенты, аспиранты и магистранты, а также ученые институтов Коми НЦ УрО РАН, специалисты-практики предприятий и организаций Республики Коми.

Оргкомитет.

АВТОРСКИЙ УКАЗАТЕЛЬ

Арихин А. Л.
Башманов Е. Е.
Белый В. А.
Большаков Н. М.
Броварова Д. А.
Броварова О. В.
Бушуев С. К.
Васильев С. Ю.
Ганов И. М.
Готман Н. Э.
Дребенцов Д. Д.
Евстафьев Н. Г.
Жерлыгин В. С.
Иваницкая И. И.
Кавердова И. С.
Кармадонов И. А.
Климов С. В.
Коньк О. А. (1, 2, 3, 4)
Королёв В. В.
Косолапова Т. В.
Красильникова Е. В.
Кузиванова А. В.
Кульминский А. Ф.

Левина И. В.
Левицкий И. В.
Лобанов А. Ю. (1, 2)
Омарова З. Н.
Паршина Е. И.
Пахучая Л. М. (1, 2, 3)
Пахучий В. В. (1, 2)
Попова Т. В.
Рачкова Н. Г.
Романов Г. Г.
Самородницкий А. А.
Сивков Е. Н.
Сластихина Л. В.
Соловьев П. В.
Тетерин Н. М.
Тулинов А. Г.
Чукреев М. Ю.
Чукреев Ю. Я.
Чурюмов В. Ю.
Шарапова С. И.
Шишелов М. А.
Шумилова Г. П.
Юркина Е. В.

АННОТАЦИИ

Башманов Е. Е., Лобанов А. Ю. ПРОЕКТ УЧЕБНОГО СТЕНДА ПЕРЕКЛЮЧЕНИЯ ДВИГАТЕЛЯ С «ЗВЕЗДЫ» НА «ТРЕУГОЛЬНИК»

На базе ГАПОУ «Сыктывкарский лесопромышленный техникум» преподавателями и студентами ведется работа по разработке учебных стендов для повышения качества обучения и усвоения полученного материала. Был разработан и собран стенд, наглядно демонстрирующий переключение питания электродвигателя по схеме «звезда — треугольник».

Белый В. А., Кармадонов И. А. ТЕМПЕРАТУРНЫЕ ЭФФЕКТЫ ЛИГНИНА ПО РЕЗУЛЬТАТАМ СИНХРОННОГО ТЕРМИЧЕСКОГО АНАЛИЗА

В данной работе был проведен сравнительный термический анализ сульфатного листового лигнина в разных средах: на воздухе и в азоте. Анализ кривых термогравиметрии (ТГ) и дифференциальной сканирующей калориметрии (ДСК) в диапазоне 30—1000 °С со скоростью нагрева 10 °С/мин. выявил, что термическое разложение лигнина в инертной среде азота начинается на 12,5 °С ниже этого показателя при анализе в атмосфере воздуха. Было сделано предположение о термоокислительной стабилизации структуры лигнина в присутствии кислорода в диапазоне температур 150...200 °С.

Большаков Н. М., Шишелов М. А. ТРАНСВЕРСАЛЬНО-ИНТЕГРАЛЬНАЯ СОВОКУПНАЯ РЕНТА, СВЕРХПРИБЫЛИ ЛЕСОПРОМЫШЛЕННЫХ МОНОПОЛИЙ И ГОСУДАРСТВО

В статье показано, как трансверсальная эколого-экономическая интеграция позволяет разрешить противоречие между лесопользованием и лесовосстановлением, породить инновации, способствовать росту производительности труда, формировать экономический рост нового типа.

Броварова Д. А., Броварова О. В., Рачкова Н. Г. ДЕТОКСИКАНТЫ ДЛЯ ОЧИСТКИ ПОЧВЫ ОТ РАДИОНУКЛИДОВ

Научная работа посвящена исследованию свойств гуминовых веществ, выделенных из низинного торфа. В настоящей статье представлены результаты исследования функционального состава, так как именно полифункциональность гуминовых веществ обуславливает их применение в качестве почвенных регуляторов. Кроме этого для подобных природных биополимеров характерно наличие таких функциональных групп как: спиртовые и фенольные (ОН⁻), карбоксильные (СООН⁻) и метоксильные группы. Исходя из химических свойств гуминовых веществ нами изучена сорбция и десорбция природного естественного радионуклида, такого как ²³⁸U.

Бушуев С. К., Климов С. В. ТРИГЕНЕРАЦИОННЫЕ УСТАНОВКИ В СИСТЕМАХ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ

В статье рассматривается принцип работы высокоэффективных источников энергии, в которых происходит выработка тепловой, электрической энергии, а

также холода — тригенерационных установок. В качестве тепло и электрогенерирующих мощностей выбраны когенерационные установки на базе газотурбинных двигателей.

Готман Н. Э., Шумилова Г. П. НЕЙРОННЫЕ СЕТИ ГЛУБОКОГО ОБУЧЕНИЯ КАК ИНСТРУМЕНТ ПОВЫШЕНИЯ НАДЕЖНОСТИ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ЭЭС

В статье рассмотрено применение нейронных сетей глубокого обучения для решения энергетических задач, повышающих надежность функционирования электроэнергетических систем. Дан краткий обзор задач, решаемых с помощью этих сетей, в том числе и задача, решаемая авторами статьи по определению топологии 140-узловой электрической сети.

Дребенцов Д. Д., Лобанов А. Ю. РАЗРАБОТКА УЧЕБНОГО СТЕНДА ДЛЯ ПОДГОТОВКИ СТУДЕНТОВ ПО НАПРАВЛЕНИЮ «СЛЕСАРЬ-ЭЛЕКТРИК»

На базе ГАПОУ «Сыктывкарский лесопромышленный техникум» (Республика Коми, г. Сыктывкар) преподавателями и студентами ведется работа по совершенствованию материально-технической базы. Был разработан и собран стенд для отработки практических навыков при сборке различных электрических схем, изучаемых в ходе образовательного процесса.

Евстафьев Н. Г., Королёв В. В., Тетерин Н. М. К ВОПРОСУ О РАЗРАБОТКЕ ИНТЕРФЕЙСА ПОЛЬЗОВАТЕЛЯ ДЛЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ РУБОК УХОДА НА ПРИМЕРЕ ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ «ЛЕСОКАРТОГРАФ»

На основе анализа нормативных документов организации и проведения рубок ухода описаны требования к интерфейсу пользователя информационных систем проектирования рубок ухода. Разработаны формы ввода и их взаимодействия при вводе исходных данных. Рассмотрены вопросы реализации интерфейса пользователя в программной среде Visual Studio C# на примере информационной системы «Лесокартограф».

Коньк О. А. РАЗРАБОТКА БИЗНЕС-ПРОЕКТА УТИЛИЗАЦИИ ОТРАБОТАННОЙ КОМПЬЮТЕРНОЙ ТЕХНИКИ И ЕГО ИНЖЕНЕРНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

Предлагается бизнес-проект по организации предприятия по утилизации компьютерной техники на территории Республики Коми. Предприятие предусматривается расположить в МО ГО «Ухта» на территории площадью 1500 м². Инженерное обеспечение проекта предусматривает использование двухвального шредера, молотковой дробилки, магнитного сепаратора, вихревого сепаратора, систем аспирации и фильтрации пыли. Первоначальные инвестиции в данный бизнес будут составлять 9,2 млн руб., при этом чистая прибыль предприятия будет составлять до 18 млн руб./год, окупаемость проекта — 0,56 мес.

Конык О. А., Васильев С. Ю. ОБЕСПЕЧЕНИЕ ПОЖАРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ И ОХРАНА ТРУДА РАБОТНИКОВ ПРИ ТУШЕНИИ ЛЕСНЫХ ПОЖАРОВ

За последние 5 лет в Республике Коми возникло 815 лесных пожаров на общей площади 66 тыс. га, в основном это — низовые пожары. Суммарный ущерб, нанесенный окружающей среде пожарами за последние 5 лет, составил 2,9 млрд руб. Система управления лесными пожарами в ГАУ РК «Коми лесопожарный центр» представляет собой сложный процесс взаимодействия 8 авиаотделений, 5 пожарно-химических станций III типа, региональной диспетчерской службы. В связи с этим, необходимо проанализировать как обеспечивается пожарная безопасность и охрана труда работников при тушении лесных пожаров в конкретном лесопожарном центре.

Конык О. А., Жерлыгин В. С. ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ АУДИТ ОБРАЩЕНИЯ С ОТХОДАМИ НА ДЕРЕВООБРАБАТЫВАЮЩЕМ ПРЕДПРИЯТИИ ООО «СЕВЛЕСПИЛ»

Экологический аудит обращения с отходами на деревообрабатывающем предприятии ООО «СевЛесПил» свидетельствует, что в процессе осуществления производственной деятельности образуются отходы производства II–V классов опасности 21 наименования в количестве 36 тыс. т/год. Доминируют отходы V класса опасности 9 наименований, среди которых выделяются зола от сжигания древесного топлива — 4 800 т/год, мусор и смет производственных помещений — 30 000 т/год. Ущерб, нанесенный окружающей среде при обращении с отходами, почти в 224 раза превышает плату за размещение отходов III–V классов опасности на территории предприятия.

Конык О. А., Левицкий И. В. ИНЖЕНЕРНАЯ ЗАЩИТА ОБЪЕКТОВ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ ПРИ ОБРАЩЕНИИ С КОРОДРЕВЕСНЫМИ ОТХОДАМИ НА ЛЕСОЗАГОТОВИТЕЛЬНОМ ПРЕДПРИЯТИИ

Предлагается бизнес-проект утилизации кородревесных отходов, образующихся в Республике Коми в объеме 0,48 млн куб. м с получением твердых и жидких биоудобрений. Для инженерного обеспечения проекта предлагается молотковая дробилка, корорез и биореактор. Расчеты параметров дробилки показывают, что наиболее приемлемой будет производительность дробилки 28 т/ч, а потребляемая мощность 42 кВт. Первоначальные инвестиции в бизнес-проект — 14,2 млн руб., чистая прибыль — до 3,0 млн руб./год. Окупаемость проекта — 8 мес.

Косолапова Т. В. ТЕХНОЛОГИЯ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ МНОГОЛЕТНИХ ТРАВ НА СЕВЕРЕ

В статье рассмотрена технология возделывания многолетних злаковых и бобовых трав на кормовые цели на дерново-подзолистых почвах в условиях Севера. Дана характеристика выращиваемых на Севере кормовых культур, их особенности возделывания в чистом виде и в травосмесях. Получены результаты по оптимальному значению кислотности почвы и дозам вносимых минеральных удобрений для различных видов многолетних трав.

Красильникова Е. В. ПЕСТИЦИДЫ: ОТ ХИМИИ К БИОЛОГИИ

В поисках эффективных решений для защиты растений и повышения качества урожая сельскохозяйственная наука ищет золотую середину между экономикой и экологией. Несмотря на то, что сегодня на рынке все еще доминируют химические пестициды, наиболее развитые земледельческие хозяйства активно уходят от традиционных методов борьбы с вредителями и болезнями, делая выбор в пользу биопестицидов. В данной статье представлен обзор литературы, описывающий переход человечества от химических средств защиты растений и сельскохозяйственной продукции к биорациональным методам.

Кузиванова А. В., Кавердова И. С. ИНЖЕНЕРНАЯ ЗАЩИТА АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА ПРИ РЕАЛИЗАЦИИ БИЗНЕС-ПРОЕКТА СТРОИТЕЛЬСТВА ПРЕДПРИЯТИЯ ПО ПРОИЗВОДСТВУ ФАНЕРЫ

Предлагается бизнес-проект строительства мини-завода по производству фанеры производительностью 50 куб. м/год, который потребует небольших капитальных вложений 2,96 млн руб. Чистая прибыль такого завода — 280 тыс. руб./мес. Окупаемость проекта — 10 мес. В процессе производственной деятельности фанерного завода в атмосферу будут выбрасываться загрязняющие вещества, относящиеся к I—IV классам опасности. Для инженерной защиты атмосферного воздуха предлагается установить рукавный фильтр РЦИ-15,6-24 с площадью поверхности фильтрации $F = 15,6 \text{ м}^2$, гидравлическим сопротивлением фильтра $P_{\phi} = 2867 \text{ Па}$, степенью очистки фильтра $\eta = 99 \%$. Кроме того, предлагается установить два циклона марки ЦН, с расчетным диаметром 0,6 м и скоростью потока в циклоне 4,52 м/с, обеспечивающих 98 % очистку от пыли.

Кульминский А. Ф., Арихин А. Л. ОТНОШЕНИЕ К ЭКОЛОГИИ ПРИ ЗАГОТОВКЕ ДРЕВЕСИНЫ СОРТИМЕНТАМИ В РЕСПУБЛИКЕ КОМИ

Приведена информация по лесоводственно-экологическому воздействию лесных машин на лесную среду при выполнении сплошных рубок. Отмечено негативное влияние на лесную экосистему использование скандинавских машин харвестер + форвардер. Предложен вариант технологического процесса заготовки леса сортиментами на лесосеке и с использованием технологических и транспортно-технологических машин манипуляторного типа с целью выполнения лесоводственных требований.

Левина И. В., Иваницкая И. И. НОВЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ КЛАСТЕРНОГО РАЗВИТИЯ ЛЕСНОГО СЕКТОРА

В статье рассматриваются теоретические и практические вопросы кластерного развития региона.

Омарова З. Н. ПСИХОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ УПРАВЛЕНИЯ РИСКАМИ В ОРГАНИЗАЦИИ

Управление рисками является постоянной заботой современных организаций с точки зрения финансов, людей, активов, проектов и репутации. Риск — это, по сути, человеческая конструкция: то, как мы воспринимаем его и управ-

ляем им, диктуется нашим отношением, поведением, средой или организационной культурой, в которой мы работаем. Организации, стремящиеся снизить риск, управлять им, передавать или использовать его, должны понимать психологические аспекты, определяющие реакцию и поведение сотрудников, клиентов и заинтересованных сторон. В данной статье исследуются влияние психологического капитала и организационной культуры на эффективность управления рисками.

Паршина Е. И. СОСТОЯНИЕ ДРЕВЕСНО-КУСТАРНИКОВЫХ РАСТЕНИЙ НА ГОРОДСКИХ ОБЪЕКТАХ ОЗЕЛЕНЕНИЯ ПОСЛЕ РЕКОНСТРУКЦИИ

В рамках данной публикации освещены материалы первого этапа исследований состояния молодых посадок в насаждениях города Сыктывкара, проведенных в 2021—2022 гг.

Пахучая Л. М., Ганов И. М. ОПЫТ ВЫБОРОЧНЫХ РУБОК В ИЖЕМСКОМ ЛЕСНИЧЕСТВЕ РЕСПУБЛИКИ КОМИ

В статье выполнен анализ опыта проведения выборочных рубок в северных районах Республики Коми. Дана оценка лесоресурсной базы для организации выборочного хозяйства в Ижемском лесничестве и соответствия организационно-технических элементов добровольно выборочных рубок нормативам действующих правил заготовки древесины. Дана рекомендация не отказываться от выборочных рубок в районах, где раньше был накоплен опыт их проведения.

Пахучий В. В., Пахучая Л. М. КОНЦЕПЦИЯ ЯДРОВОЙ СТРУКТУРНОЙ ОРГАНИЗАЦИИ ДРЕВОСТОЯ ЕЛИ В НАСАЖДЕНИИ ТЕМНОХВОЙНОГО ДЕВСТВЕННОГО ЛЕСА В РЕСПУБЛИКЕ КОМИ

В статье представлены результаты оценки изменчивости деревьев ели по диаметру и возрасту в насаждении темнохвойного девственного леса в юго-западной части Республики Коми и сравнения по этим показателям рядов распределения по условно одновозрастным 40-летним поколениям и ступеням толщины. Предложено выделить в таблице двухмерного распределения «ядро», его «окружение», представленное рядами распределения ели по возрасту и ступеням толщины и отдельные ячейки (клетки) таблицы — как самостоятельные элементарные единицы двухмерного распределения.

Пахучий В. В., Пахучая Л. М. ВОДОПРОНИЦАЕМОСТЬ ПОЧВ НА ОБЪЕКТАХ С ИСКУССТВЕННЫМ РЕГУЛИРОВАНИЕМ ВОДНОГО РЕЖИМА

В статье рассмотрены результаты оценки водопроницаемости почв на объектах старого и пионерного осушения. При определении коэффициентов фильтрации использовался апробированный метод восстановления воды в скважинах после откачки. Установлено сохранение высоких фильтрационных свойств торфов в течение более чем векового периода после осушения, что связано с освоением торфяного слоя корневыми системами насаждений, а также преобладанием в качестве торфообразователя древесины сосны.

Попова Т. В. К ВОПРОСУ ОБ УСЛОВИЯХ ВЫБОРА ЯЗЫКОВЫХ СРЕДСТВ ПРИ ПЕРЕВОДЕ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИХ ТЕКСТОВ

В статье рассматриваются условия выбора языковых средств при переводе текстов, формирующиеся на основе теоретических, языковых, практических и экстралингвистических знаний. Навыки и умения выбора языковых средств необходимо формировать у студентов технических вузов исходя из целей обучения иностранному языку, одной из которых является полный письменный перевод иноязычных текстов научно-технического характера.

Романов Г. Г., Юркина Е. В. КОЛИЧЕСТВЕННАЯ ПРЕДСТАВЛЕННОСТЬ УСОХШИХ ДЕРЕВЬЕВ В ЗЕЛЕННЫХ НАСАЖДЕНИЯХ ВДОЛЬ УЛИЦ НИЖНЕЙ ЧАСТИ Г. СЫКТЫВКАРА И НЕОБХОДИМОСТЬ ОБОЗНАЧЕНИЯ ИХ В НАТУРЕ

Приведены данные о видовом составе усохших деревьев, их количественной представленности и распределению на улицах нижней части г. Сыктывкара. Для предупреждения горожан об опасности внезапного падения деревьев предложено провести работы по обозначению их в природе светоотражающими красками.

Самородницкий А. А., Сластихина Л. В. О МАТЕМАТИЧЕСКИХ МОДЕЛЯХ ЗАВИСИМОСТИ ГОДОВОЙ ВЫРУЧКИ ПРЕДПРИЯТИЯ ОТ НЕКОТОРЫХ ДРУГИХ ЭКОНОМИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ

Рассматриваются математические модели зависимости годовой выручки предприятия от некоторых других экономических показателей, взятых из открытой годовой бухгалтерской отчетности предприятия за несколько лет.

Сивков Е. Н. АНАЛИЗ ТЯГОВЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ТРЕЛЕВОЧНЫХ КОЛЕСНЫХ И ГУСЕНИЧНЫХ МАШИН

В теории движения и выполнения производственных функций технологическими машинами различного назначения сложной проблемой остаётся выбор показателей, процессов регистрации и приборного обеспечения при оптимизации. Предложены обоснованные показатели оценки взаимодействия трелевочного трактора с опорной поверхностью и процессы регистрации при оптимизации выбора трасс трелевочных волоков на основании использования принципов навигации. Рассмотрены показатели и характеристики системы «трелевочный трактор — пачка древесины — волок», эмпирическим путем базирующихся на использовании современного электроизмерительного комплекса и значительной базе результатов исследовательских испытаний трелевочных гусеничных и колесных тракторов в различных лесозаготовительных предприятиях Российской Федерации.

Тулинов А. Г. УСТРОЙСТВО ДЛЯ КОМПЛЕКСНОЙ ПОСЛЕУБОРОЧНОЙ ДОРАБОТКИ КАРТОФЕЛЯ

В статье рассмотрены и выявлены закономерности влияния основных приемов послеуборочной доработки картофеля (использование препаратов защитного и ингибиторного действия, прогревание и сушка клубней, применение жесткого ультрафиолетового излучения) на параметры сохранности клубней в

зимний период. Разработана общая гидравлическая схема подачи жидкого ингибитора, выбран центробежный поверхностный насос. По итогам исследований, а также разработки узлов устройства собран экспериментальный образец.

Чукреев М. Ю. СТОИМОСТЬ МОЩНОСТИ В ЕЭС РОССИИ

В современных условиях рыночных отношений в электроэнергетике необходим механизм регулирующий куплю-продажу мощности, который не должен приводить к ухудшению надежности ЭЭС. Основной составляющей такого механизма стал конкурентный отбор мощности. В его рамках в обязательном порядке отбираются АЭС, ГЭС, новые энергоблоки, а также ТЭЦ, которые необходимы для теплоснабжения потребителей. В статье рассматривается процесс формирования цены на мощность, ее связь со спросом, показываются основные особенности, влияющие на ее конечные показатели.

Чукреев Ю. Я. ОБЕСПЕЧЕНИЕ БАЛАНСОВОЙ НАДЕЖНОСТИ ПРИ УПРАВЛЕНИИ РАЗВИТИЕМ ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ СИСТЕМ В УСЛОВИЯХ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО ПЕРЕХОДА

Рассмотрены вопросы обоснования средств обеспечения балансовой надежности (резервов генерирующей мощности) ЭЭС при наличии в балансе мощности СЭС и ВЭС с позиций, как достижения требуемых нормативных показателей балансовой надежности, так и выполнения запланированных объемов выработки электроэнергии на этих типах электростанций. Приводятся результаты обоснования средств резервирования при различных сценариях развития СЭС и ВЭС в ОЭС Юга ЕЭС России, как по мощности, так и по производству электроэнергии.

Чурюмов В. Ю., Соловьев П. В. УРАВНЕНИЕ СЕПАРАЦИИ В ИНЕРЦИОННОМ СЕПАРАТОРЕ С УЧЕТОМ ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ ВЕРОЯТНОСТЕЙ

Одним из возможных путей развития рабочих органов инерционных сепарирующих машин может быть предложено использование гибких разделяющих поверхностей, имеющих участок обратной кривизны. В статье рассматривается расчетная схема определения геометрической вероятности попадания частиц в инерционном сепараторе. Для определения вероятности применяется задача Бюффона.

Шарапова С. И. К ВОПРОСУ МНОГОЗНАЧНОСТИ СЛОВ ПРИ ОБУЧЕНИИ ИНОСТРАННОМУ ЯЗЫКУ (ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ)

В статье рассматривается понятие «полисемия» и ее роль в современной семантике. Словарный состав языка не является чем-то неизменным — он постоянно изменяется, пополняется. Значение слова является одной из самых спорных проблем в теории языка.

СТАТЬИ

УДК 621.3.061

На базе ГАПОУ «Сыктывкарский лесопромышленный техникум» преподавателями и студентами ведется работа по разработке учебных стендов для повышения качества обучения и усвоения полученного материала. Был разработан и собран стенд, наглядно демонстрирующий переключение питания электродвигателя по схеме «звезда — треугольник».

Ключевые слова: электродвигатель, «звезда», «треугольник», электрические схемы, электротехника.

Е. Е. Башманов,
студент 1 курса
А. Ю. Лобанов,
преподаватель

(Сыктывкарский лесопромышленный техникум)

ПРОЕКТ УЧЕБНОГО СТЕНДА ПЕРЕКЛЮЧЕНИЯ ДВИГАТЕЛЯ СО «ЗВЕЗДЫ» НА «ТРЕУГОЛЬНИК»

Асинхронные двигатели нашли широкое применение в промышленности. Надежные в эксплуатации, высокопроизводительные и легкие в ремонте, они имеют один существенный недостаток — высокие пусковые токи. У двигателей сравнительно большой мощности пусковой ток настолько велик, что может вызвать перегорание предохранителей, отключение автомата и привести к значительному снижению напряжения. Уменьшение напряжения вызывает мерцание освещения в цехе, уменьшает вращающий момент электродвигателей, может вызвать отключение контакторов и магнитных пускателей [1].

Для решения этой проблемы на практике часто используют схему переключения двигателя со «звезды» на «треугольник» (рис. 1).

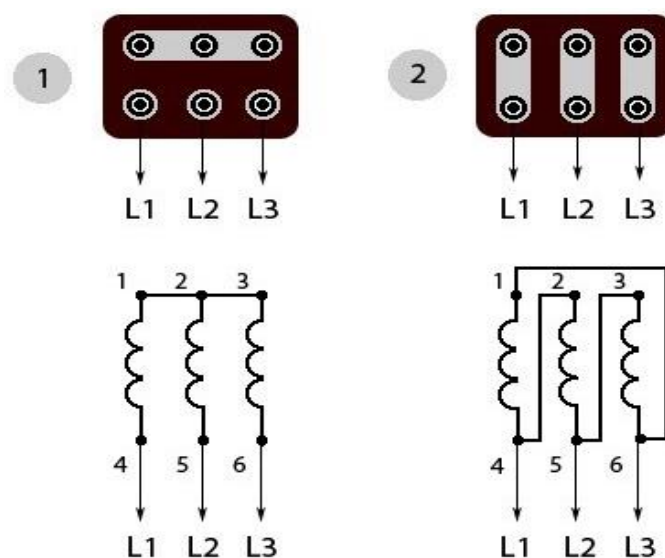


Рис. 1. Схемы подключения двигателей:

1 — звезда; 2 — треугольник

Как известно из курса электротехники, в соединении «звезда» протекающие в сети линейные и фазные токи одинаковы, а вот линейное напряжение в 1,73 раза выше фазного. При соединении «треугольником» напротив, фазное и линейное напряжение равны, а линейный ток в 1,73 раза выше фазного [2].

При запуске ток на электродвигатель вначале подают по схеме «звезда», что приводит к снижению пускового тока до одной трети от обычного режима работы, при этом крутящий момент также снижен. После раскрутки вала до частоты 80—85 % от номинала схему питания переключают на «треугольник», что приводит к выводу электродвигателя на рабочие параметры без потери мощности.

Обычно данный тип переключения осуществляют с использованием магнитных пускателей (рис. 2) и реле времени, которые позволяют переключить схему питания в автоматическом режиме [3].

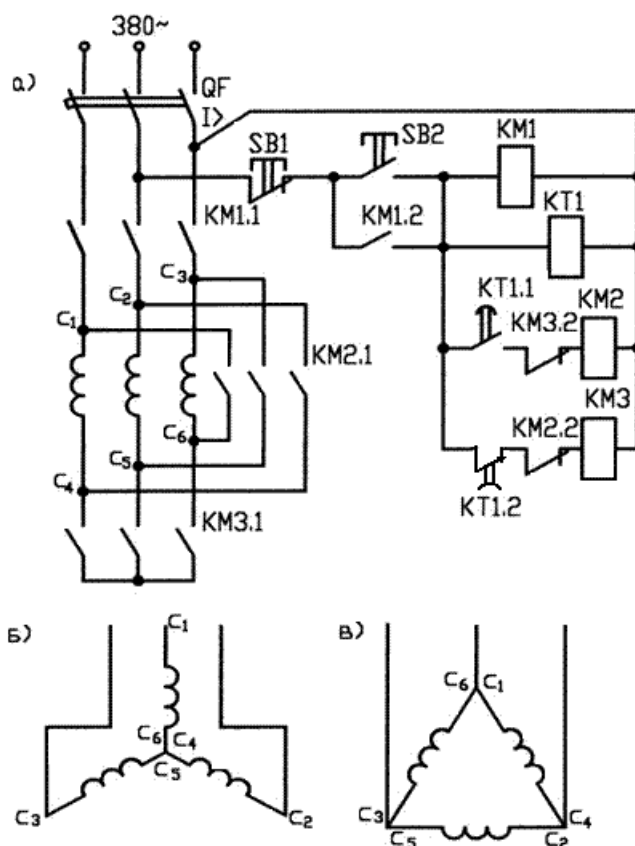


Рис. 2. Типовая схема подключения двигателя с переключения «звезда — треугольник»: а — силовая схема и схема управления; б — подключение «звездой»; в — подключение «треугольником»

Система «звезда — треугольник» хорошо зарекомендовали себя, однако для практического обучения студентов необходимо не только иметь навыки чтения и сборки подобных схем, но и визуализации происходящих процессов.

Для этого преподавателем А. В. Ворсиным был разработан и совместно со студентами создан прототип учебного стенда, для изучения переходных процессов при переключении схемы питания «звезда-треугольник» (рис. 3). Данный стенд оборудован приборами измерения тока (амперметрами), которые показы-

вают фактические значения тока на электродвигателе при разных схемах подключения, что особенно важно при проведении лабораторных работ. Переключение схемы осуществляется ручном режиме, что позволяет зафиксировать данные и многократно производить переключения со «звезды» на «треугольник» и обратно. На стенде можно также производить практические работы по сборке схемы «звезда — треугольник» для отработки практических навыков.

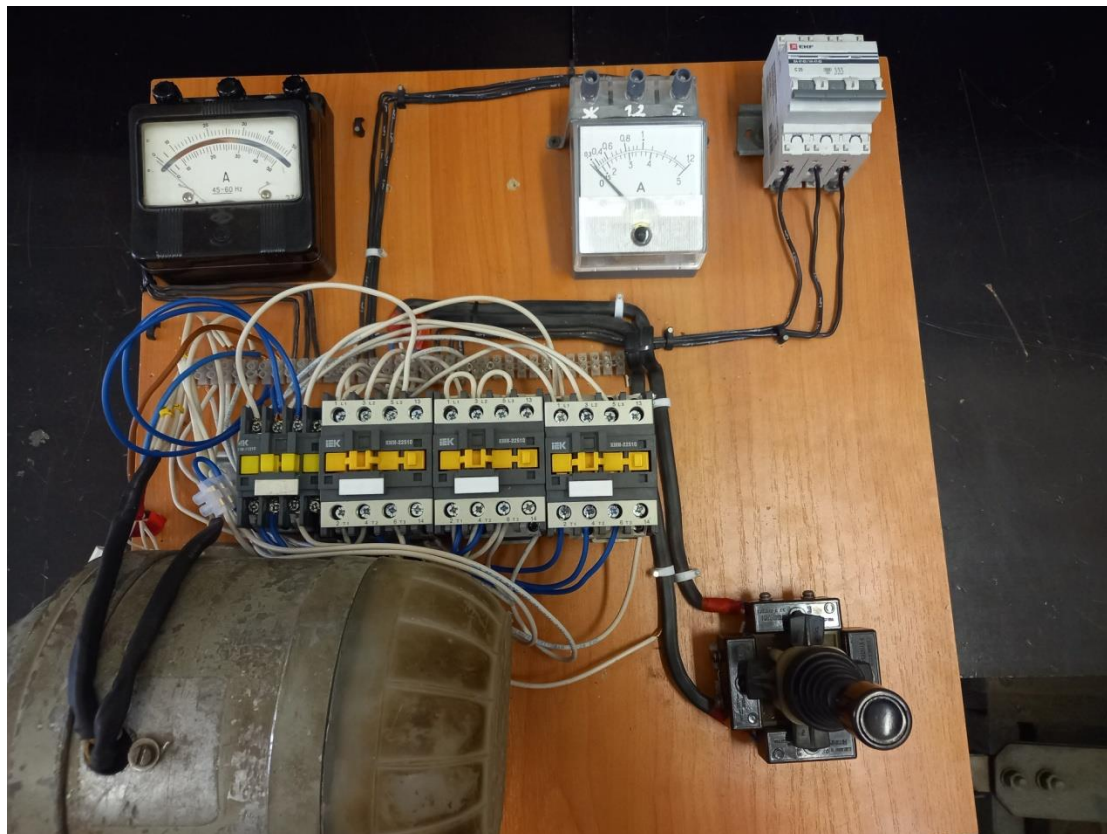


Рис. 3. Учебный стенд переключения питания электродвигателя по схеме «звезда — треугольник»

Подобные стенды позволяют студентам лучше усвоить теоретические основы электротехники и на практике применить их. Одновременно с изучением общетехнических дисциплин происходит формирование профессиональных компетенций по электромонтажу.

Библиографический список

1. Акимова, Н. А. Монтаж, эксплуатация и ремонт электрического и электромеханического оборудования: учебное пособие для студ. сред. проф. образования / Н. А. Акимова, Н. Ф. Котеленец, Н. И. Сентюрихин ; под общ. ред. Н. Ф. Котеленца. — 5-е изд. перераб. и доп. — Москва : Академия, 2008. — 304 с.
2. Беспалов, В. Я. Электрические машины / В. Я. Беспалов, Н. Ф. Котеленец. — Москва : Академия, 2008. — 320 с.
3. Кацман, М. М. Электрические машины / М. М. Кацман. — Москва : Академия, 2006. — 496 с.

В данной работе был проведен сравнительный термический анализ сульфатного лигнинного компонента в разных средах: на воздухе и в азоте. Анализ кривых термогравиметрии (ТГ) и дифференциальной сканирующей калориметрии (ДСК) в диапазоне 30—1000 °С со скоростью нагрева 10 °С/мин. выявил, что термическое разложение лигнина в инертной среде азота начинается на 12,5 °С ниже этого показателя при анализе в атмосфере воздуха. Было сделано предположение о термоокислительной стабилизации структуры лигнина в присутствии кислорода в диапазоне температур 150...200 °С.

Ключевые слова: лигнин, термогравиметрия, дифференциальная сканирующая калориметрия, тепловые эффекты

В. А. Белый,

кандидат химических наук

(Институт химии ФИЦ Коми НЦ УрО РАН);

И. А. Кармадонов,

студент, 2 курс, направление «Химическая технология»

(Сыктывкарский лесной институт,

Институт химии ФИЦ Коми НЦ УрО РАН)

ТЕМПЕРАТУРНЫЕ ЭФФЕКТЫ ЛИГНИНА ПО РЕЗУЛЬТАТАМ СИНХРОННОГО ТЕРМИЧЕСКОГО АНАЛИЗА

Лигнин — наиболее термостабильные высокомолекулярный компонент древесины. Лигнин имеет ароматическую природу и при этом представляет собой многотоннажный побочный продукт целлюлозно-бумажной промышленности, поэтому актуальным по сей день является разработка новых технологий его применения.

При пиролизе из лигнина получают — жидкий конденсат, газы и уголь (те же основные продукты, что из полисахаридов). Жидкий конденсат при стоянии разделяется на водный слой и смолу. Из лигнина выход водного дистиллята (~20 %) меньше, чем из полисахаридов; выход осадочной смолы (~15 %) больше, чем из полисахаридов, примерно в два раза; выход угля (~55 %) больше приблизительно в полтора раза [1]. Водный дистиллят содержит — уксусную кислоту, ацетон и метанол. Выход метанола очень мал (не более 10 % от содержащихся в лигнине метоксильных групп). Уксусная кислота и ацетон образуются из пропановых цепей в результате их деструкции. Выход газа при обычном пиролизе около 12 % и увеличивается с повышением температуры. Газы содержат в основном СО (до 50 %), СН₄ (до 38 %) и СО₂ (около 10 %) [2].

Существует несколько типов термического анализа, включая дифференциальную сканирующую калориметрию, термогравиметрический анализ и термомеханический анализ. Эти методы позволяют определить температуру, при которой материал начинает плавиться, разлагаться или изменять свою структуру [3]. Синхронный термический анализ — это метод объединяющий исследования свойств и структуры материалов путем измерения их тепловых свойств, таких

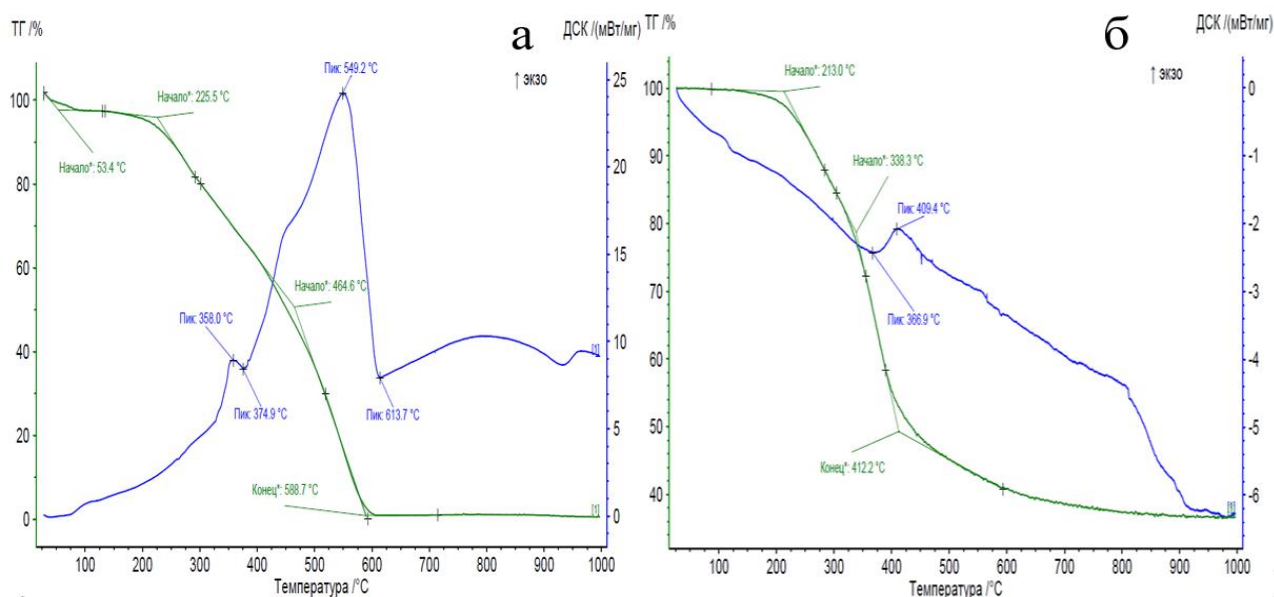
как температура плавления, температура кипения, теплоемкость, теплопроводность и изменение массы при термодеструкции.

Прибор, на котором проводили синхронный термический анализ — NETZSCH STA 449F5. Измерения показателей ТГ и ДСК проводили в двух средах: на воздухе и в азоте. В качестве образца для исследования использовали сульфатный лигнин, полученный высаживанием 20 % (масс.) серной кислотой из питательного листовенного щелока после уплотнения.

Масса навески для ТГ-ДСК измерения составляла ок. 5 мг взвешенных с точностью до 0,01 мг. Диапазон измерений 30—1000 °С. Температурная программа — увеличение температуры скоростью 10 °С /мин.

На рисунке (а) представлен результат эксперимента на воздухе: кривая теплового потока в зависимости от температуры (ДСК) — синим и изменение массы образца в зависимости от температуры (ТГ) — зеленым. Начало термического разложения лигнина на воздухе началось при температуре 53,4 °С и закончилось при температуре 588,7 °С (табл. 1), при этой температуре остаточная масса образца составила 0 %. Что свидетельствует об отсутствии неорганических включений в составе лигнина. Наиболее активно процесс разложения лигнина протекает в интервале температур 225,5—588,7 °С. В области 342—374 °С наблюдается экзотермическая реакция, что соответствует разрушением углеродных связей(C–C) (табл. 2) [1]. В табл. 1 произведено сравнение синхронного термического анализа в разных средах: на воздухе и в азоте.

На рисунке (б) представлен результат эксперимента в азоте. Начало термического разложения лигнина в инертной среде азота началось при температуре 213 °С и закончилось при температуре 412,2 °С (см. табл. 1), при этой температуре остаточная масса образца составила 40 %, что является показателем выхода основного продукта пиролиза — угля. В области 370—450 °С происходит экзотермическая реакция.



ДСК и ТГ лигнина:
а — на воздухе; б — в азоте

Таблица 1. Сравнение кривых ТГ и ДСК на воздухе и в азоте

Фактор сравнения	Среда, °С	
	Воздух	N ₂
Начало изменение массы	53,4	213
Конец изменения массы	588,7	412,2
Пики экзотермических реакций	358; 549,2	409,4
Пики эндотермических реакций	374,9; 613,7	366,9

Таблица 2. Процесс термического разложения

Температурный интервал, °С	Химические реакции лигнина
150...200	Начало термического разложения, совпадающее с областью размягчения лигнина; появление свободных радикалов и их рекомбинация; первичные гетеролитические реакции конденсации с образованием связей $\alpha-5$
170...220	Гетеролитическое расщепление связей $\beta-O-4$
250...300	Расщепление связей пропановых цепей $C_{\beta}-C_{\gamma}$ и $C_{(1)}-C_{\alpha}$; гомолитическое расщепление связей $\alpha-O-4$; рекомбинация свободных радикалов (гомолитические реакции конденсации) и вторичные гетеролитические реакции конденсации
Около 350	Расщепление по связям $C_{\alpha}-C_{\beta}$
350...400	Гомолитическое расщепление связей в метоксильных группах (по связи $O-CH_3$)
Выше 400	Перегруппировка с образованием связей $\alpha-5$, образованием связей $5-5$; расщепление связей $\alpha-5$ и $5-5$
Выше 450	Формирование структуры угля из конденсированных многоядерных структур

Методами дифференциальной сканирующей калориметрии и термогравиметрии было определено, что термическое разложение лигнина в инертной среде азота начинается на 12,5 °С ниже этого показателя при анализе в атмосфере воздуха. Мы предполагаем, что повышение термической стабильности лигнина при нагреве в воздушной атмосфере происходит благодаря образованию новых межмолекулярных связей в диапазоне температур 150—200 °С, другими словами — благодаря термоокислительной стабилизации структуры лигнина в присутствии кислорода.

Таким образом, в данной работе был проведен сравнительный термический анализ сульфатного листового лигнина в разных средах: на воздухе и в азоте. Анализ ТГ и ДСК кривых в диапазоне 30—1000 °С со скоростью нагрева 10 °С/мин. Выявил проявления реакций конденсации, которые способствуют переходу лигнина в более термостабильную форму при нагреве на воздухе, что вызывало смещение температуры начала термодеструкции в область более высоких температур.

Библиографический список

1. Азаров, В. И. Химия древесины и синтетических полимеров : учебник для вузов / В. И. Азаров, А. В. Буров, А. В. Оболенская ; Санкт-Петербургская гос. лесотех. академия. — Санкт-Петербург : Теплан, 1999. — 628 с.

2. Лоскутов, С. Р. Термический анализ древесины основных лесообразующих пород средней Сибири / С. Р. Лоскутов, О. А. Шапченкова, А. А. Анискина // Сибирский лесной журнал. — 2015. — № 6. — С. 17—30.
3. Исследование термического разложения образцов лигнина, выделенных из древесины осины различными методами / В. И. Шарыпов, Л. И. Гришечко, Л. С. Тарасова [и др.] // Журнал Сибирского федерального университета. — 2011. — № 4. — С. 221—232.

В статье показано, как трансверсальная эколого-экономическая интеграция позволяет разрешить противоречие между лесопользованием и лесовосстановлением, породить инновации, способствовать росту производительности труда, формировать экономический рост нового типа.

Ключевые слова: трансверсальность, лесопользование, лесовосстановление, рента, налог, рентабельность

Н. М. Большаков,
доктор экономических наук;
М. А. Шишелов,
кандидат экономических наук
(Сыктывкарский лесной институт)

ТРАНСВЕРСАЛЬНО-ИНТЕГРАЛЬНАЯ СОВОКУПНАЯ РЕНТА, СВЕРХ-ПРИБЫЛИ ЛЕСОПРОМЫШЛЕННЫХ МОНОПОЛИЙ И ГОСУДАРСТВО

Трансверсальное мышление XXI в. Любая теория познания состоит в значительной степени из определения понятий. Все существующее есть проявление понятий. Понятие — по существу это деятельность. Итак, трансверсальность (лат.) — поперечный, т.е. действовать супротив.

Трансверсальная философия. Необходимо подчеркнуть, что трансверсальная философия несмотря на свое «западное происхождение» (в кавычках) имеет глубокие связи со школой русского космизма. Школой русского космизма во второй половине XIX века был создан необходимый методологический фундамент. Согласно русскому космизму природы и человек суть взаимовлияющие части некоего целого — космоса.

Выдвигающийся философ, писатель, поэт Вл. Соловьев в своей магистерской диссертации (ноябрь, 1874 г.) в первые сформулировал идею всеединства, синтеза западной и восточной культур. Идея объединения западной философии действия с философией духовных созерцаний Востока в наши дни известна как трансверсальная философия — мейстрим XXI века.

Формирование трансверсального мышления — среди его характеристик: множественность и гетерогенность (разнородность) истины, плюрализм, означающий равноправность всех истин плюрализм истин проявляется в неотвратимости дальнейшего распадении каждого из измерений рациональности как высшего единства на еще большее количество расходящихся и соперничающих «парадигм».

Таким образом, институционализация трансверсальной эколого-экономической интеграции позволяет разрешить противоречие между лесопользованием и лесовосстановлением, породить инновации, способствовать росту производительности труда, формировать экономический рост нового типа.

Трансверсально-интегральные отношения отражают полноту нравственности, ответственности и понимания жизни, помогая совокупному капиталу раскрыть свои творческие возможности, хорошие качества в заботе о благосостоянии общества.

Ориентация государства на прибыль, на увеличение объемов производства и продажи товаров — это раз. Войти в людей индивидуализма и желания брать, ведет к деградации нравственности из-за неверно расставленных ценностей и целей, а трансверсально-интегральная концепция развивает в обществе стремление в людях заботиться о благе друг друга, а экономика приходит в устойчивое развитие из-за снижения издержек, связанных с оборотом совокупного капитала. Ориентиром становится не прибыль, а общественная польза, что сделает Россию воистину социальным государством. Новый подход к политической экономии устойчивого развития приведет общество к гармонии, к процветанию на всех уровнях жизни.

Трансверсальная эколого-экономическая интеграция дает возможность разрешить противоречие между лесопользованием и лесовосстановлением, породить инновации, способствовать росту производительности труда, формировать экономический рост нового типа.

Теория трансверсальности позволяет вновь заселить природу и вновь вдохнуть в нее жизнь, воскрешая в ней «я», возвращая организацию природы ее истинную порождающую и продуцирующую силу.

Трансверсально-интегральная система:

- как непротиворечивая модель развития является устойчивой частью окружающего мира.

- как целое обладает самостоятельными свойствами, отличными от свойств его частей и не представляющее собой сумму свойств отдельных частей целого.

- как институт эволюции общественных отношений в направленных к большему реализму, большей справедливости.

Более глубокое изучение явлений трансверсально-интегрального мира является основой разумных рыночных отношений и служит повышением и улучшением качества жизни человека и совершенствованию рынка, разумного рыночного устройства.

Концепция трансверсальности. Трансверсальность — процесс, включающий в себя перманентное пересечение дисциплинарных границ между различными областями и знаний с целью синтетизации необходимых знаний определенной постановки вопросов и проблем.

Тождество субъектов выражается трансверсальностью. Субъект становится множественным внутренним образом и может конституироваться в качестве целого лишь в силу своей способности совершать переходы между частями своего тождества.

Общий смысл трансверсальности состоит в рефлексии на взаимопроникновение и взаимообогащение философских концептов при подтверждении ими своей идентичности в динамике креативного саморазвития.

Для определения понятия «природная рента» обратимся к К. Марксу, поскольку именно Маркс, вслед за своими предшественниками А. Смитом и Д. Рикардо, основавшими классическую политическую экономию, внес действительно

существенный вклад в развитие теории земельной, в том числе и вообще природной ренты. Главный смысл ее состоит в том, чтобы на основании теории трудовой стоимости (стоимости, создаваемой производительным трудом объяснить источник дохода земельного собственника в виде арендной платы, как ренты).

Объектом анализа в теории ренты стала земля — ее плодородие, местоположение и формы хозяйствования на этой земле. Затрачивались и другие природные объекты, порождающие аналогичный доход. Вот что писал в «Капитале» К. Маркс по этому поводу «Повсюду, где природные силы могут быть многополизованы и обеспечивают применяющему водопад, или богатый рудник, или богатая рыбой вода, или хорошо расположенное строительное место, — лицо, признаваемое в силу своего титула собственником этих предметов природы, улавливает у функционирующего капитала эту добавочную прибыль в форме ренты». Здесь заложены три важнейшие идеи.

Рента — это добавочная прибыль. Возникает она благодаря функционирующему совокупному капиталу (произведенному, человеческому и природному), использующему производительную силу различной природы, вернее — выгодные ресурсы совокупного капитала. Сама эта добавочная прибыль выплачивается собственнику ресурсов совокупного капитала. Так, например, в случае функционирующего природного капитала леса она (выплата) реализуется в форме арендной платы, или лесной ренты.

Мы не рассматриваем здесь теорию трудовой стоимости (стоимость, создаваемой производительным трудом) для объяснения источника добавочного дохода собственника совокупного капитала, образования.

Средней (отраслевой) нормы прибыли и тех препятствий, которые порождает собственность совокупного капитала в механизме свободной конкуренции. Важно понять, что речь идет в сущности о сверхприбыли (по отношению к «общепринятой» норме), закрепляемой монополией на ресурсы совокупного капитала или на освоение природного капитала леса и выплачиваемой его собственнику. Определение ренты дается в современных учебниках и словарях: «Экономическая рента — это цена, уплачиваемая за использование земли и других природных ресурсов, количество которых строго ограничено».

Но можно ли на основе теории определить размеры той дополнительной прибыли — в данном случае речь идет о лесной отрасли, которая реально зависит не только от неких природных особенностей, но в решающей мере от цен на мировых рынках? Именно они определяют уровень доходов и сверхдоходов — крупных лесопромышленных компаний. Не случайно на вопросы граждан по поводу природной ренты президент В. В. Путин в своих ответах предпочитал пользоваться терминами «сверхприбыль», или «избыточные доходы», что более соответствует действительности.

Методика практического определения системы совокупных рентных платежей и, соответственно, суммы расчетного лесного налога основывается на оценках инвестиционной и производственно-финансовой деятельности лесопромышленных компаний (рыночного опроса на лесопroduкцию). Оценка системы совокупных рентных платежей осуществляется путем сравнения общих издержек соответственно на лесозаготовки, обработку, переработку и общих доходов. Поток

реальных денег ($\Phi_i(t)$) предприятия от инвестиционной, операционной (производственной) и финансовой деятельности в каждом периоде осуществления инвестиционного проекта¹ складывается из сальдо притока ($\Pi_i(t)$) и оттока $O_i(t)$ денежных средств, т. е.

$$\Phi_i(t) = \Pi_i(t) - O_i(t).$$

Поток денежных средств включает прибыль от реализации лесопромышленной продукции после уплаты налогов (F), амортизационные отчисления на обновление (реновацию) произведенного капитала (A), заемные средства: займы, кредиты, ссуды, субсидии, субвенции (C), полученные или взятые предприятием в текущем году, таким образом:

$$\Pi_i(t) = F + A + C.$$

Отток денежных средств, соответственно, включает: погашение полученных предприятием займов, кредитов, ссуд (C_1); собственные средства, вложенные в производство, т. е. собственные инвестиции или капитальные вложения (K); выплаты процентов за взятые или полученные ранее (в предыдущем году) ссуды, кредиты, займы (C_2) фактически затраченные денежные средства на строительство и содержание лесовозных дорог (D_1); средства, затраченные на лесовосстановление (D_2); средства, затраченные на социальные мероприятия (D_3). Отсюда

$$O_i(t) = C_1 + K + C_2 + D_1 + D_2 + D_3.$$

Как видно, поток реальных денег выражает экономический результат (эффект) инвестиционной, операционной (или производственной) и финансовой деятельности предприятия в текущем году. Если сумму годовых затрат стоимости совокупного капитала (произведенного — $K_{\text{п}}$, природного — $K_{\text{л}}$, человеческого — $K_{\text{ч}}$) обозначить через B , то показатель экономической эффективности (рентабельности) инвестиционной и производственно-финансовой деятельности лесопромышленного предприятия (E) составит:

$$E = \frac{\Phi_i(t)}{K_{\text{п}} + K_{\text{л}} + K_{\text{ч}}} = \frac{\Phi_i(t)}{B}.$$

Показатель экономической эффективности (E) соединяет в себе, с одной стороны, нормативную эффективность лесопромышленного производства, достаточную для выплаты дивидендов владельцам предприятия (акционерам) ($E_{\text{н}}$), с другой стороны, если $E > E_{\text{н}}$ — сверхнормативную эффективность, обусловленную качеством и местоположением лесных ресурсов, т.е. обусловленную рентной природой лесопользования на лучших (выше среднего) лесосеках.

В случае если $E > E_{\text{н}}$, трансверсально-интегральная совокупная ресурсная рента (P) в долях стоимости затрат совокупного капитала (B) составит:

$$P = E - E_{\text{н}} = \Delta E.$$

¹ Проект (фр. *project* к лат. *proficere*) — бросить вперед, держать впереди.

Соответственно, совокупный ресурсный рентный налог (P), который должен получить собственник лесных ресурсов, т.е. государство, будет равен:

$$P = (E - E_H) \cdot (K_H + K_L + K_r) = \Delta E \cdot B.$$

В случае если $\Delta E \leq 0$, совокупный рентный ресурсный налог не должен взиматься. При расчете амортизационных отчислений на реновацию произведенного капитала (A) используются действующее амортизационное законодательство, утвержденные нормативы амортизационных отчислений по видам и группам произведенного капитала, принятые методики и подходы к расчету, утвержденные рекомендации и коэффициенты ускоренной амортизации.

Приведенная сумма заемных средств (C_1) определяется исходя из внутренней нормы доходности (ВНД), а сумма приведенных потоков реальных денежных средств ($\Phi_i(t)$). Приведенный поток реальных денежных средств (Φ_0) определяется по формуле:

$$\Phi_0 = \sum_{t=0}^T \Phi_t \cdot \frac{1}{(1+r)^t}$$

где T — оставшийся срок реализации инвестиционного проекта; r — норма, дисконтирования (показатель рентабельности), которая соответствует средней учетной ставке банка.

Соответственно, внутренняя норма доходности (ВНД) равна норме дисконта (r_{BH}), при которой величина приведенных потоков реальных денежных средств (Φ_0) равна приведенным заемным средствам. Иными словами, r_{BH} (ВНД) определяется решением уравнения:

$$\sum_{t=0}^T \frac{\Phi(t)}{(1+r_{BH})^t} = \sum_{t=0}^T \frac{C_1(t)}{(1+r_{BH})^t}$$

Внутренняя норма доходности (рентабельности), определяемая в процессе расчета по формуле (8), сравнивается с требуемой банком (инвестором) нормой дохода на вкладываемый капитал и является одним из основных показателей при принятии банками решения о предоставлении кредита.

Для положительного решения банки требуют, чтобы величина r_{BH} была более чем в два раза выше учетной ставки банка (r), т. е. чтобы соблюдалось условие: $r_{BH} > 2r$. Средства для капитальных вложений (K) в инвестиционный проект могут быть, в частности, привлечены предприятием путем эмиссии ценных бумаг (акций, облигаций и др.). На инвестиции (K) может быть использована также часть прибыли (F). Необходимо отметить, что стоимостная оценка запасов древесины на арендуемом участке лесного фонда увеличивает стоимость рыночной капитализации и активов предприятия (произведенного капитала, природного капитала леса и человеческого капитала), что позволяет накапливать портфельные инвестиции для использования их в дальнейшем в качестве собственных капитальных вложений.

Размер процентов за пользование заемными средствами (C_2), как правило, ограничивается ставкой рефинансирования центробанка, увеличенной на два или три процента. При задержке уплаты процентов более, чем на год их сумма рассчитывается на условиях сложного процента. Система рентных платежей за используемые ресурсы рассчитывается по каждой лесосеке.

Разумеется, переход к такой системе возможен только за счет изменения структуры налогообложения, а не увеличения налогового бремени на производственную сферу.

Библиографический список

1. Экономика трансверсально-интегральных систем как институт развития нового типа: в единстве теории, методологии исследования и практики (на примере лесного сектора) / Н. М. Большаков ; Министерство науки и высшего образования Российской Федерации ; Сыктывкарский лесной институт (филиал) федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Санкт-Петербургский государственный лесотехнический университет имени СМ. Кирова» (СЛИ). — Сыктывкар, 2021.

2. Большаков, Н. М. Институционализация трансверсально-интегральной стратегии конкурентоспособности будущего (на примере лесного сектора) / Н. М. Большаков // Февральские чтения : сб. материалов науч.-практ. конф. по итогам науч.-исследоват. работы 2020 года преподавателей Сыктывкарского лесного института. — Сыктывкар : СЛИ, 2021. — С. 14—16.

3. Большаков, Н. М. Разработка научных основ и практических рекомендаций трансверсально-интегрального воспроизводства ресурсов совокупного капитала регионального лесного сектора в условиях инновационного устойчивого его развития на базе системы рентных платежей / Н. М. Большаков // Февральские чтения : сб. материалов науч.-практ. конф. по итогам науч.-исследоват. работы 2020 года преподавателей Сыктывкарского лесного института. — Сыктывкар : СЛИ, 2021. — С. 17—34.

4. Большаков, Н. М. Методология воспроизводства совокупного капитала на базе системы ресурсных рентных платежей / Н. М. Большаков // В сб.: Политические, экономические и социокультурные аспекты регионального управления на Европейском Севере : материалы XIV Всерос. науч. конф. (с международным участием). — Сыктывкар, 2021. — С. 222—225.

5. Большаков, Н. М. Образование лесного дохода и его распределение // Н. М. Большаков, А. М. Широченко // В сб.: Политические, экономические и социокультурные аспекты регионального управления на Европейском Севере : материалы XIV Всерос. науч. конф. (с международным участием). — Сыктывкар, 2021. — С. 226—230.

Научная работа посвящена исследованию свойств гуминовых веществ, выделенных из низинного торфа. В настоящей статье представлены результаты исследования функционального состава, так как именно полифункциональность гуминовых веществ обуславливает их применение в качестве почвенных регуляторов. Кроме этого для подобных природных биополимеров характерно наличие таких функциональных групп как: спиртовые и фенольные (ОН⁻), карбоксильные (СООН⁻) и метоксильные группы. Исходя из химических свойств гуминовых веществ нами изучена сорбция и десорбция природного естественного радионуклида, такого как ²³⁸U.

Ключевые слова: гуминовые вещества, торф, функциональный состав, сорбция, десорбция, радионуклеиды

Д. А. Броварова,
студентка 3 курса
(Институт естественных наук СГУ им. Питирима Сорокина)

О. В. Броварова,
кандидат химических наук, научный сотрудник
(Институт агробиотехнологий ФИЦ Коми НЦ УрО РАН)

Н. Г. Рачкова,
кандидат биологических наук, зав. лабораторией
(Институт биологии ФИЦ Коми НЦ УрО РАН)

ДЕТОКСИКАНТЫ ДЛЯ ОЧИСТКИ ПОЧВЫ ОТ РАДИОНУКЛИДОВ

В настоящее время известно множество синтетических ионитов, предназначенных для очистки почв от токсичных загрязнителей, но их производство и использование не всегда является выгодным. Труднодоступность и высокая стоимость сырья накладывает определённые экономические сложности, а также возникает проблема с последующей регенерацией отработанного сорбента [1]. Исходя из этого, возникает необходимость создания эффективного сорбента, с доступной сырьевой базой. Таким сорбентом являются гуминовые вещества, представляющие собой соли гуминовых кислот и щелочных металлов. Гуминовые вещества являются частью органического вещества почвы, могут быть выделены из торфа, бурого угля, птичьего помёта, что говорит о дешевизне и доступности сырья для их получения. К тому же такой сорбент экологичен, способен «захватывать» и «обезвреживать» экотоксикант, что позволяет решить проблему дальнейшей регенерации. Таким образом, гуминовые вещества обладают высокой эффективностью в области сорбции различных поллютантов, например, таких как радионуклиды.

Гуминовые кислоты (ГК) представляют собой смеси высокомолекулярных соединений переменного состава, являющегося важнейшим компонентом природного защитного механизма. Они образуются в результате разложения остатков растений и животных, имеют непостоянную структуру и состав, устойчивы к процессам биодеструкции. Благодаря полифункциональности и структурному разнообразию, гуминовые вещества способны вступать в большое количество

химических взаимодействий, в том числе образование стехиометрических комплексов с радионуклидами. что позволяет считать их эффективными природными лигандами [2]. Связывание поллютантов, в том числе и радионуклидов, в результате комплексообразования позволяет гуминовым кислотам иммобилизовать их, предотвращая тем самым распространение в почвах. Это важно с точки зрения того, что наибольшей активностью обладает именно свободная форма токсиканта, связывание поллютанта обезвреживает его, снижает биодоступность и токсическое влияние [3].

В данной работе обсуждаются результаты исследования сорбционных характеристик гуминовых веществ и возможность их практического применения для уменьшения токсического воздействия радионуклида ^{238}U на почвы.

Объект исследования — низинный торф, отобранный на торфяном месторождении Сыктывдинского района г. Сыктывкара Республики Коми. Выделение гуминовых кислот проводили путем обработки 0,1 н раствором гидроксида натрия и гидроксидом калия при нагревании 75—80 °С. Полученный раствор отфильтровали и приливали соляную кислоту до рН = 2. Осадок снова отфильтровывали и сушили.

Удельную поверхность определяли с помощью раствора метиленовой сини по методике, предложенной Ягодиным и Антоновым [4].

Обменную емкость (ОЕ) определяли, используя 0,1 н раствор ацетата натрия [5].

Для изучения процессов сорбции использовали стандартный раствор нитратауранила. Сорбцию радионуклида проводили в статических условиях при комнатной температуре и соотношении фаз 1 (г) : 20 (мл). Десорбцию радиоактивного элемента, осуществляли по методу последовательных вытяжек. Время сорбции, затем последовательных этапов десорбции в каждом случае составило 1 сутки [6].

Химические свойства гуминовых кислот зависят от их многофункциональности за счет карбоксильных, фенольных и спиртовых гидроксильных, метоксильных, хиноидных, лактонных, енольных, сложноэфирных, альдегидных, кетонных групп, мостикового и гетероциклического кислорода и т. д. Реакционная способность гуминовых кислот определяется взаимным положением и порядком размещения функциональных групп.

Ранее полученные нами результаты по изучению функционального состава показали, что гуминовых кислот торфа содержат в своем составе небольшое количество фенольных гидроксильных групп, но более окислены. Высокое содержание суммы фенольных и карбоксильных групп, обуславливают кислотно-основные свойства ГВ, так как в состав фенольных и гидроксильных групп входит более 50 % кислорода.

Полифункциональность структуры гуминового вещества позволяет использовать его в качестве природного сорбента. Основной задачей данной работы является оценка его сорбционных характеристик, которые позволяют оценить эффективность использования препарата в целях очистки почв от радионуклидов. Значимой для сорбента характеристикой с точки зрения эффективности, является величина его удельной поверхности, которая описывает суммарную пло-

щадь поверхности пористого вещества. От величины этой характеристики напрямую зависит поглотительная способность сорбента. Очевидно, что с ростом удельной поверхности возрастает и площадь соприкосновения сорбента с сорбируемым веществом, что позволяет увеличить эффективность сорбционного взаимодействия. При определении удельной поверхности $S_{уд}$ изучаемых образцов были получены следующие результаты: для образца ГК-На $S_{уд} = 1,4 \times 10^3$ м²/кг, для образца ГК-К $S_{уд} = 0,5 \times 10^3$ м²/кг. Размеры гранул солей коррелируют с полученными значениями: частицы натриевой соли имеют небольшие размеры, обеспечивая большую площадь соприкосновения сорбент-раствор по сравнению с достаточно крупными гранулами соли калия при одинаковой массе навески, что и даёт различие между их удельными поверхностями. Полученные значения являются достаточно высокими показателями для природных биополимеров, это говорит о том, что данные объекты являются перспективными источниками детоксикантов для очистки почв.

Следующей немаловажной характеристикой сорбента является величина обменной ёмкости (ОЕ), которая определяет количество активных ионогенных групп, входящих в состав ионита и соответствует состоянию предельного насыщения всех способных к ионнообмену функциональных групп, таких как карбоксильные и фенольные. Для солей натрия и калия эти значения составили 20,2 и 21,2 мг-экв/г соответственно. Сравнивая полученные значения с показателями полифепана, ОЕ которого составляет около 0,3 мг-экв/г [7] можно сделать вывод о высоком содержании ионообменных функциональных групп в структуре изучаемого сорбента.

Как известно, уран является естественным радионуклидом. При попадании в почву он способен аккумулироваться и мигрировать в почвенном комплексе, внедряясь в биологический круговорот. В таблице представлены результаты исследования процессов сорбции-десорбции естественного радионуклида ²³⁸U препаратами ГК-К и ГК-На.

Сорбция ²³⁸U образцами натриевой и калиевой солей ГК

Образец	Сорбировано, % от введенного	Фиксировано, % от введенного
ГК-К	73,76	45,51
ГК-На	60,89	31,06

Исходя из данных, представленных в таблице, можно сказать, что соли ГК обладают высокой эффективностью связывания изотопа ²³⁸U. Количество сорбированного изотопа составило 61—74 %, а фиксированного около 31—46 % от введенного, что говорит о прочном удерживании связанного радионуклида внутри комплекса гуминовой соли, это, в свою очередь, практически исключает вымывание и повторное попадание токсиканта в почву.

Таким образом, в результате проведённых исследований можно сделать следующие выводы:

1. Исследование физико-химических характеристик показало, что молекула гуминовых кислот содержат в своем составе большое количество реакционноспособных групп, которые участвуют в процессе сорбции.

2. Установлено, что гуминовые кислоты имеют достаточно высокие показатели удельной поверхности обменной емкости, что позволяет отнести данные биополимеры к слабокислотным катионитам.

3. Приведенные данные сорбции-десорбции указывают на высокую сорбцию радионуклидов из почв и достаточно хорошую фиксацию токсикана.

На основании полученных данных можно сделать вывод, что гуминовые кислоты могут использоваться как детоксиканты в процессе рекультивации почв, так как природные биополимеры обладают рядом преимуществ, такими как экологичность, доступность сырьевой базы.

Библиографический список

1. Сосновская, Н. Г. Сорбционная способность гуминовых кислот по отношению к ионам тяжелых металлов / Н. Г. Сосновская, В. А. Бородкина // Сб. науч. тр. Ангар. гос. тех. ун-та. — 2012. — № 1. — С. 104—107.

2. Волков, И. В. Взаимодействие гуминовых кислот с микроэлементами/радионуклидами в сорбционных системах / И. В. Волков, Е. В. Поляков // Радиохимия. — 2020. — № 2. — С. 93—113.

4. Пузырева, В. М. Гуминовые вещества как природные сорбенты / В. М. Пузырева, Ю. Л. Демичева // Известие ТулГУ. — 2010. — № 2. — С. 22—25.

5. Ягодин, В. И. Изучение химического состава древесной зелени: методические основы / В. И. Ягодин, В. Н. Антонов. — Рига : Зинатне, 1983. — С. 33—38.

6. Ольшанова, К. М. Руководство по ионообменной распределительной и осадочной хроматографии / К. М. Ольшанова, В. Н. Потапова, В. Д. Копылова. — Москва : Химия, 1965. — 200 с.

7. Старик, И. Е. Основы радиохимии / И. Е. Старик. — Ленинград : Наука, 1969. — 247 с.

8. Оценка детоксикационных свойств «полифепана» на основе модельных экспериментов / А. Б. Подтероб, Ю. В. Богданович, Е. В. Нижникова, О. Г. Нечай // Химико-фармацевтический журнал. — 2004. — № 8. — С. 49—54.

В статье рассматривается принцип работы высокоэффективных источников энергии, в которых происходит выработка тепловой, электрической энергии, а также холода — тригенерационных установок. В качестве тепло и электрогенерирующих мощностей выбраны когенерационные установки на базе газотурбинных двигателей.

Ключевые слова: тригенерация, газотурбинная установка, трансформатор теплоты

С. К. Бушуев,
старший преподаватель;
С. В. Климов,
5 курс, направление подготовки ПТЭ
(Сыктывкарский лесной институт,
Филиал «Коми» ПАО «Т Плюс»)

ТРИГЕНЕРАЦИОННЫЕ УСТАНОВКИ В СИСТЕМАХ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ

Способ применения первичного источника энергии при осуществлении выработки тепловой и электрической энергии, а также холода называется *тригенерацией* (Trigeneration, ССНР — combined cooling, heat and power). Этот термин получился как логическое продолжение **когенерации** — выработки электроэнергии и тепла [1]. Источником энергии холодильной машины является тепло, а не электричество, поэтому тригенерация обеспечивает себестоимость 1 кВт холода значительно дешевле его выработки с использованием традиционных технологий.

В неотапительный период существующая нагрузка горячего водоснабжения (ГВС) не может обеспечить требуемую утилизацию теплоты, отводимую от источника энергоснабжения, вырабатывающего в этот период только электрическую энергию. В то же время требуются затраты энергии на кондиционирование производственных и административных зданий. В этом случае целесообразно в схему генерирующей установки включить холодильную машину (трансформатор теплоты), которая потребляет сбросное тепло. Для работы в составе когенерационных установок наиболее подходящими являются абсорбционные холодильные установки [2].

Во всех типах абсорбционных холодильных машин используются рабочая жидкость, состоящая из хладагента и абсорбента с близкими физическими свойствами. В настоящее время широко используются рабочая жидкость в растворе бромида лития (LiBr) и воды.

На рис. 1 представлена схема одноступенчатой бромистолитиевой абсорбционной холодильной установки. Установка состоит из двух основных элементов, которые попарно размещаются в корпусе: генератор (Г) с конденсатором (К) и испаритель (И) с абсорбером (А) (поглотителем).

Высокотемпературный теплоноситель (охлаждающая жидкость системы охлаждения газотурбинного двигателя) подается в трубный пучок генератора, над которым разбрызгивается рабочая жидкость холодильной машины (слабый

по LiBr раствор), орошая поверхность нагрева. В результате нагрева из раствора выпаривается хладагент — вода (в виде водяного пара), и раствор из слабого по LiBr превращается в крепкий (концентрированный).

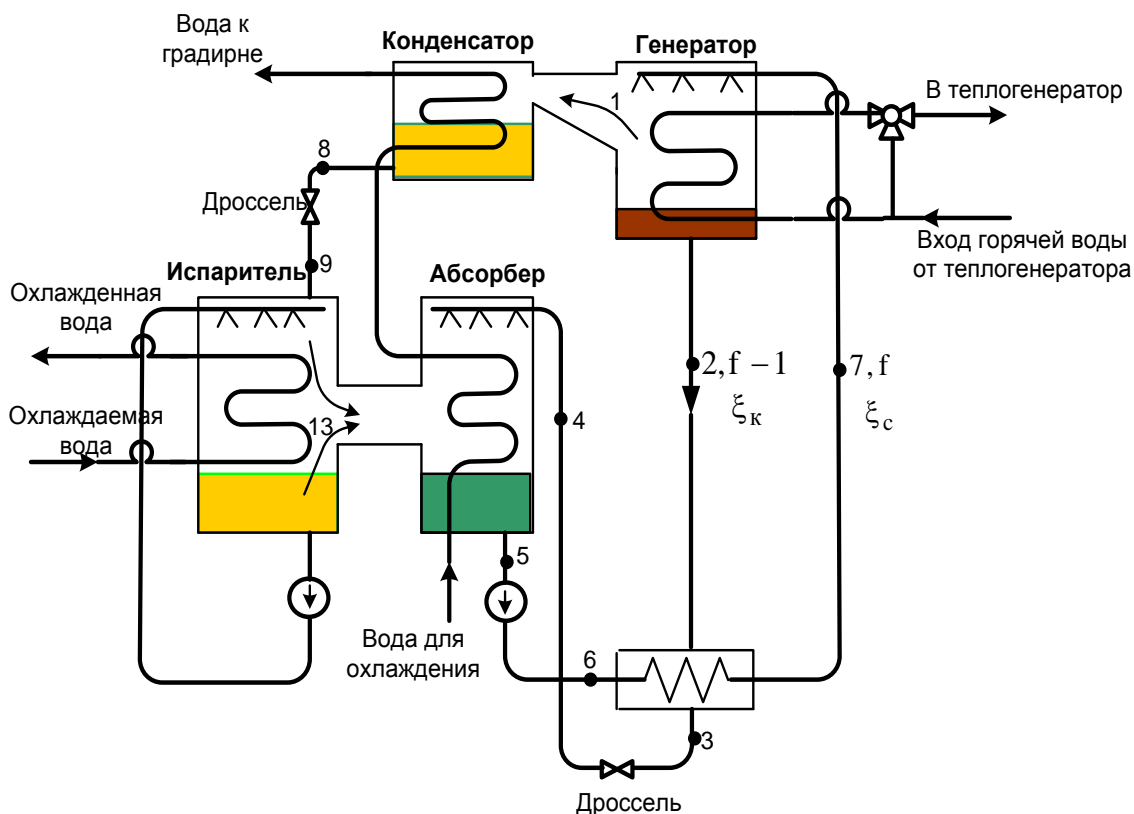


Рис. 1. Схема бромистолитиевой холодильной машины

На рис. 2 представлена $h - \xi$ диаграмма с характерными точками и процессами, протекающими в абсорбционных бромистолитиевых холодильных установках [3].

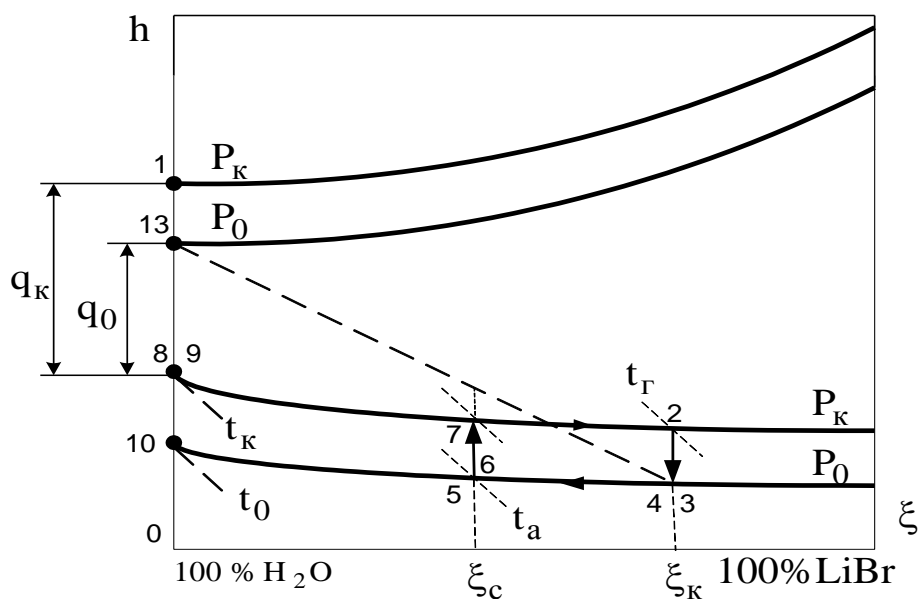


Рис. 2. $h - \xi$ диаграмма раствора $H_2O + LiBr$

В генераторе раствор кипит при давлении P_k и температуре t_r . Выпаренный из раствора водяной пар соответствует точке 1 на $h - \xi$ диаграмме. Горячий крепкий раствор, соответствующий точке 2, направляется через теплообменник и дроссель в абсорбер. Процесс охлаждения раствора в теплообменнике изображается отрезком 2—3.

В абсорбере смешиваются два потока: жидкий раствор в состоянии 4 и водяной пар, полученный в испарителе, в состоянии 13. При смешении получается двухфазная смесь, которая после охлаждения (процесс 4—5), за счет отвода теплоты q_a , превращается в жидкий раствор с концентрацией $\xi_c = \xi_5$, соответствующий точке 5 на $h - \xi$ диаграмме.

Полученный раствор отводится насосом с повышением давления до P_k , при этом энтальпия и концентрация не изменяется, поэтому точки 5 и 6 на $h - \xi$ диаграмме совпадают. Процесс 6—7 соответствует подогреву слабого раствора (по бромистому литию) в подогревателе. С параметрами, характеризуемыми точкой 7, слабый раствор направляется в генератор.

Процесс 7—2 характеризует выпаривание воды из раствора. Полученный пар конденсируется в конденсаторе за счет отвода теплоты q_k (процесс 1—8). Конденсат отводится из конденсатора в виде потока воды в состоянии, которое характеризуется точкой 8 на $h - \xi$ диаграмме.

На рис. 3 представлена тепловая схема на базе газотурбинной установки.

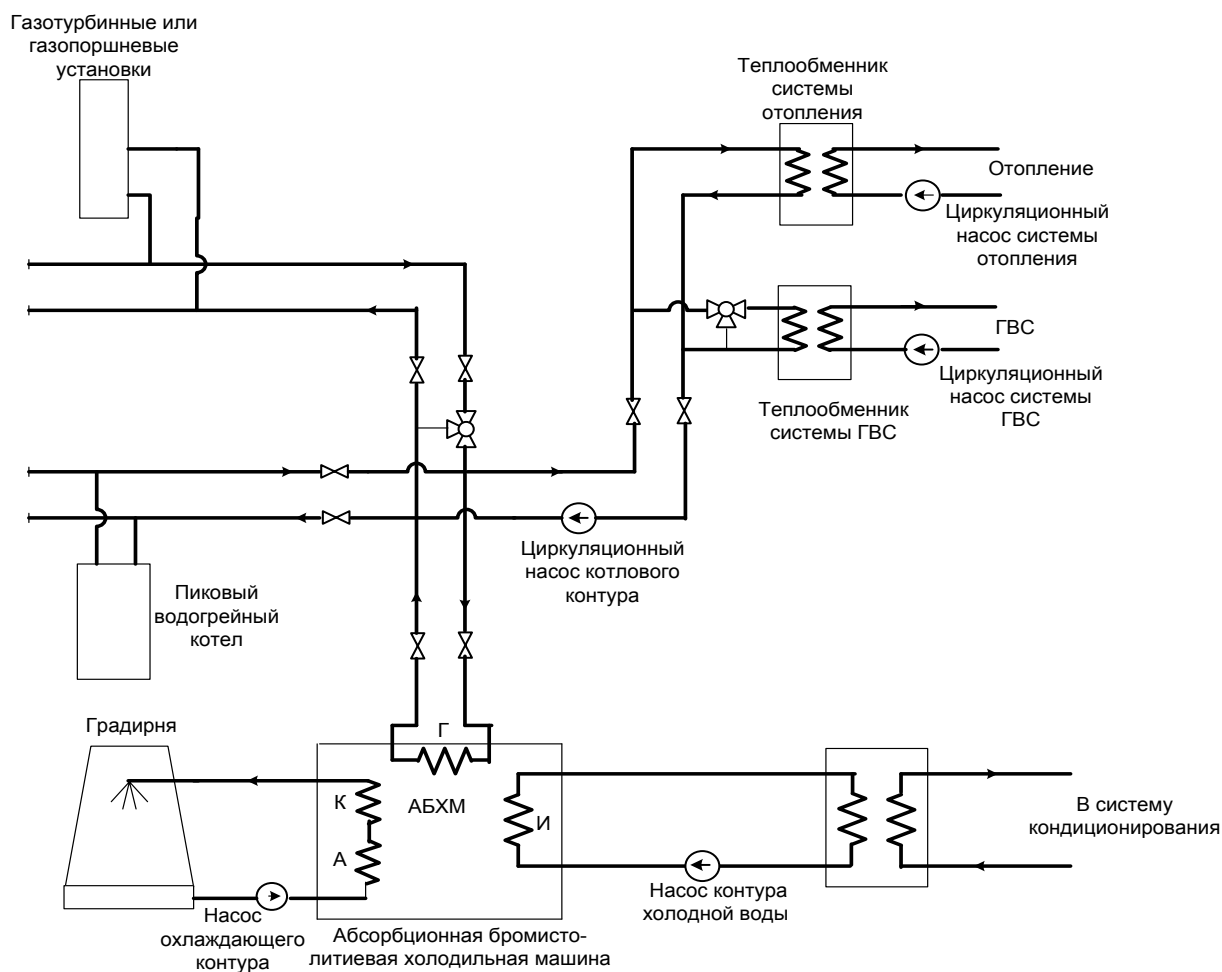


Рис. 3. Принципиальная тепловая схема тригенерационной установки

В базовом режиме газотурбинная установка служит для выработки электрической и тепловой энергии. Отвод теплоты от ГТУ осуществляется с водой, циркулирующей по замкнутому контуру с помощью циркуляционного насоса газотурбинного корпуса. Отпуск тепла теплопотребителям на отопление и ГВС осуществляется через пластинчатые теплообменники.

В летний период при отсутствии отопительных нагрузок тепловая мощность ГТУ используется только для покрытия нагрузок ГВС. Избыток тепловой энергии не используется и выбрасывается в атмосферу. В то же самое время для системы кондиционирования административных помещений может потребоваться значительное количество холодной воды. Для получения холодной воды в схему тригенерационного центра включена абсорбционная холодильная машина (АБХМ), работающая на тепловой энергии, отводимой от ГТУ. Насос контура кондиционирования подает теплую воду при температуре 12—15 °С в испаритель АБХМ, из которого вода отводится при температуре 5 — 7 °С в систему кондиционирования. Отвод теплоты из абсорбера (А) и конденсатора (К) осуществляется с помощью воды охлаждающего контура и градирни.

Стоит отметить, что альтернативой существующему энергоснабжению являются тригенерационные установки, вырабатывающие более дешевые электро-, теплоэнергию и холод в непосредственной близости к потребителю, обеспечивая быстрый и устойчивый возврат инвестиций. **Тригенерационная схема** увеличивает эффективность энергокомплекса, снижает выбросы соединений углерода, что делает ее неотъемлемой частью «зеленых» технологий. Рассмотренные установки могут представлять особый интерес для жилищно-коммунальных хозяйств.

Библиографический список

1. Бушуев, С. К. Когенерация на базе газотурбинных установок малой мощности / С. К. Бушуев // Февральские чтения : сб. матер. науч.-практ. конф. ППС Сыктывкарского лесного института по итогам науч.-исследоват. работы в 2017 году. — Сыктывкар : СЛИ, 2018. — С. 117—121.
2. Промышленная теплоэнергетика и теплотехника : справочник / под общ. ред. чл. — корр. РАН А. В. Клименко и проф. В. М. Зорина. — 3-е изд., перераб. и доп. — Москва : Издательство МЭИ, 2004. — 632 с.
3. Луканин, П. В. Низкотемпературные процессы и установки : учеб. пособие / П. В. Луканин, Г. А. Морозов; М-во науки и высшего образования РФ, С.-Петерб. ун-т пром. технологий и дизайна, Высш. шк. технологии и энергетики. — Санкт-Петербург : ВШТЭ СПбГУПТД, 2022 — 135 с.

В статье рассмотрено применение нейронных сетей глубокого обучения для решения энергетических задач, повышающих надежность функционирования электроэнергетических систем. Дан краткий обзор задач, решаемых с помощью этих сетей, в том числе и задача, решаемая авторами статьи по определению топологии 140-узловой электрической сети.

Ключевые слова: нейронные сети глубокого обучения, топология электрической сети, надежность функционирования, устройства синхронизированных векторных измерений

Н. Э. Готман,
ст. преподаватель;

Г. П. Шумилова,

кандидат технических наук, доцент

(Сыктывкарский лесной институт, ИСЭ и ЭПС ФИЦ Коми НЦ УрО РАН)

НЕЙРОННЫЕ СЕТИ ГЛУБОКОГО ОБУЧЕНИЯ КАК ИНСТРУМЕНТ ПОВЫШЕНИЯ НАДЕЖНОСТИ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ЭЭС

Введение. Развитие электроэнергетической системы происходит благодаря внедрению новейших цифровых технологий. Наиболее подходящими технологиями для ее будущего развития, в связи с растущей сложностью энергосистемы и сбором большого объема данных, становятся методы глубокого обучения нейронных сетей Deep Learning (*DL*). Благодаря высокопроизводительным вычислениям со снижением стоимости вычислений, доступности огромного количества данных и более совершенным алгоритмам, *DL* вступило в новую стадию своего развития. Оно является одной из самых востребованных тем для исследователей практически во всех областях техники. Глубокие нейронные сети (Deep Learning Neural Networks (*DLNN*)) [1] становятся одним из самых популярных методов машинного обучения при создании систем искусственного интеллекта в разных областях благодаря повышенной производительности и масштабируемости. Что касается решения энергетических задач, методы *DL* широко используются для обнаружения кибератак [2, 3], прогнозирования нагрузки [4, 5], моделирования нагрузки [6], определения места короткого замыкания в линии [7], выявления дефектов поврежденного оборудования в результате короткого замыкания [8] и др.

Прогнозирование электрических нагрузок. Важной областью исследования в электроэнергетике является прогнозирование электрических нагрузок. В связи с неопределенностью характера потребителя, прогнозирование нагрузки всегда было сложной задачей. С развитием технологий искусственного интеллекта усовершенствуется традиционная энергосистема, превращаясь в интеллектуальную, автоматизированную сеть доставки энергии потребителю. Ключевым компонентом эффективной работы интеллектуальной электрической сети является точное прогнозирование будущих тенденций спроса и предложения. В последние годы возрос интерес к разработке точных моделей прогнозирования спроса на электроэнергию. В связи с этим в [9] *DL* используется для повышения точности прогнозирования нагрузки, так как глубокая нейронная сеть может обрабатывать

огромное количество входных данных. Эти данные при прогнозировании нагрузки поступают от интеллектуальных счетчиков, устройств синхронизированных векторных измерений (УСВИ) и других источников. В [4] представлены первые попытки разработать специализированное приложение глубокого обучения для прогнозирования нагрузки в домашних хозяйствах. В данной работе впервые исследуется потенциал использования современной техники глубокого обучения для прогнозирования нагрузки в условиях высокой неопределенности и волатильности.

Прогнозирование выработки электроэнергии от возобновляемых источников. С масштабным развертыванием солнечных фотоэлектрических установок управление эффективностью системы генерации стало необходимым. Как правило, выходная мощность сильно зависит от солнечного излучения и состояния неба, которые постоянно меняются. Таким образом, возможность точного прогнозирования мощности солнечных фотоэлектрических установок имеет решающее значение для оптимизации системы генерации, оценки доходов, поддержания прибыли и обеспечения качества обслуживания. Для прогнозирования выработки солнечной и ветровой энергии используются *DL*-методы [10]. Все чаще *DL*-методы применяются для прогнозирования генерации благодаря наличию огромного количества данных, поступающих из метеорологических служб.

Моделирование нагрузки. В связи с высоким проникновением возобновляемых источников энергии и широким применением электронных устройств в распределительных системах, формулировка точной модели нагрузки становится сложнее, чем когда-либо ранее. В некоторых случаях формулировка не может быть успешно создана с помощью традиционных подходов к моделированию. Поэтому вопрос о том, как создать точную модель нагрузки в новых условиях, привлекает большое внимание. Для построения точного эквивалента активных распределительных систем предлагается метод, основанный на измерениях с использованием глубоких нейронных сетей [6]. С помощью глубокого обучения можно найти соответствующую взаимосвязь между входными характеристиками и выходными результатами.

Определения места короткого замыкания в линии. С применением *DLNN*, в частности, сверточной нейронной сети (СНС), разработан метод определения поврежденных линий при коротком замыкании (КЗ) [7]. Различные типы КЗ, быстрое повторное включение и сложные переходные процессы после КЗ затрудняют определение места КЗ на линии в реальном времени. Существующие методы опираются на упрощенные предположения, такие как:

1) основанные на моделях перетока мощности постоянного тока, предполагающие небольшие изменения нагрузки и использующие только измерения в установившемся режиме и, следовательно, имеют ограниченное использование по сравнению с работами, которые исследуют определение местоположения КЗ в реальном времени с измерениями в переходном режиме;

2) основанные на бегущей волне и использующие территориально распределенные измерения, но их высокая частота дискретизации (1 МГц) увеличивает стоимость установки устройств в энергосистеме большого масштаба [11, 12].

Точность метода на основе СНС превосходит другие методы на основе машинного обучения. Важным аспектом этой методологии является то, что при

очень низкой наблюдаемости (7 % узлов), алгоритм все еще способен обнаружить поврежденную линию с высокой вероятностью.

Обнаружение кибератак. Зависимость работы энергосистемы от информационных технологий увеличивает уязвимость к вредоносным атакам (кибератакам). Инъекция ложных данных (False Data Injection (*FDI*)) становится серьезной угрозой для системы диспетчерского управления и сбора данных *SCADA* (Supervisory Control and Data Acquisition). Инъекция делается с целью кражи электроэнергии, которая в последние годы стала серьезной проблемой для коммунальных компаний. Для распознавания особенностей поведения атак *FDI* используются методы глубокого обучения [2], позволяющие с высокой точностью определить сценарии атак. Аналогично, в [13] используется *DL* для исследования и обнаружения искажения данных путем анализа измерений от УСВИ в реальном времени.

Восстановление энергосистемы. В энергосистеме, по причине неуправляемых ситуаций, могут происходить различные отключения. Для того, чтобы минимизировать негативное влияние отключений, выполнить оптимальные действия во время восстановления энергосистемы, используют *DLNN*. Для обработки любой топологической деградации системы разработана модель восстановления (МВ), которая позволяет интерактивно исследовать действия, необходимые для возвращения системы в первоначальное состояние [8]. Кроме того, была использована функция стоимости для оценки качества заданной последовательности действий в контексте стоимости восстановления. Используя МВ в качестве среды моделирования и функцию стоимости в качестве меры оценки, с помощью генетического алгоритма (ГА) был создан набор данных оптимальных пар "состояние-действие" энергосистемы путем оптимизации последовательностей действий по восстановлению исландской энергосистемы. Далее, *DLNN* была протестирована в сравнении с ГА и операторами исландской энергосистемы. Результаты на простом тестовом сценарии восстановления показывают, что *DLNN* на три порядка быстрее, чем ГА, разрабатывает план восстановления и сопоставима в работе с операторами.

Обнаружение дефектов или неисправного оборудования. Для надежной работы энергосистемы важно обнаружить неисправное оборудование. При решении этой задачи *DL* применяется для мониторинга состояния трех основных компонентов энергосистем, а именно: изоляторов, трансформаторов и линий электропередач. В [14] для получения характеристик изоляторов и идентификации дефектов используется сверточная нейронная сеть, которая определяет дефекты с точностью 93 %. Также на основе *DL* предложен метод диагностики неисправностей силового трансформатора. Для обучения сети используются большие немаркированные данные, полученные с помощью устройств on-line мониторинга хроматограмм масла, и малые маркированные данные, полученные в результате анализа растворенного газа в масле. Результаты тестирования показали, что эффективность диагностики выше, чем у традиционных методов.

Оценка устойчивости, контроль возмущений и аварийных ситуаций. Для обеспечения надежности очень важны оценка устойчивости, контроль возмущений и аварийное управление. В [15] *DL*-архитектуры, такие как глубокая сеть

доверия (*DBN*) и СНС, используются для автоматической классификации возмущений с помощью измерений от нескольких УСВИ. СНС, по сравнению с другими *DL*-архитектурами, показала высокую точность классификации. *DBN* применяется для оценки динамической устойчивости, отображая исходное пространство признаков в пространство представлений, в котором устойчивые случаи могут быть линейно отделены от неустойчивых.

Определение топологии электрической сети. При оперативном управлении электроэнергетической системой (ЭЭС) важно знать схему соединений электрической сети (топологию) в реальном времени. Решение задачи определения топологии является одной из востребованных и сложных задач. Во-первых, сетевые выключатели и реле, широко применяемые для проверки состояния линий, иногда имеют сбои в работе и могут вызвать серьезные каскадные нарушения или полное погашение, как сообщалось в анализе аварийных отключений 2003 года в Америке [16]. Во-вторых, телесигналы, с помощью которых передается информация о состоянии выключателей, могут быть искажены воздействием помех или из-за кибератак. Поэтому необходимы эффективные методы обнаружения линий электропередачи, изменивших свое состояние (включена/отключена). Это мотивирует разработку интеллектуальных систем мониторинга в дополнение к традиционным методам. Помимо прочего, в настоящее время могут быть реализованы принципиально новые алгоритмы мониторинга благодаря размещению глобальных измерительных устройств, таких как УСВИ. По имеющейся у авторов статьи информации, работы по определению топологии с использованием методов *DL*, пока не известны, поэтому рассмотрим исследования авторов, проведенные в этом направлении.

Нейронные сети глубокого обучения. *DLNN* имеют различную архитектуру. Этими архитектурами являются: сети прямого распространения (Feed Forward Networks (*FFN*)), сверточные нейронные сети (Convolutional Neural Networks (СНС, *CNN*)), рекуррентные нейронные сети (Recurrent Neural Networks (*RNN*)) и долговременная и краткосрочная память (Long-short Term Memory (*LSTM*)). Из них наиболее известны СНС и *RNN*. СНС хорошо работает при работе с пространственными данными или при классификации, а *RNN* хорошо себя показала при анализе и прогнозировании временных рядов. Что касается оболочки, то основными являются TensorFlow, Caffe, Cognitive Toolkit, Torch, Theano и др. [8]. Определить лучшую архитектуру не так просто, поскольку некоторые архитектуры созданы для конкретных целей и могут не справляться со всеми задачами.

FFN или, по-другому, многослойный перцептрон (*MLP*) является самой базовой архитектурой *DL*. В энергосистемах применение ИНС вообще и *MLP* в частности широко и не является новинкой: например, прогнозирование электрических нагрузок [17], определение места повреждения, диагностика поврежденных трансформаторов [8] и др.

Рассмотрим более подробно сверточную нейронную сеть, поскольку для решения задачи определения топологии электрической сети она наиболее подходит (является классификатором, как было сказано выше).

Сверточная нейронная сеть. СНС являются типом искусственных нейронных сетей, нацеленных на эффективное распознавание входной информации. СНС получает входные данные, преобразует их с помощью ряда взаимосвязанных слоев и на выходе выдает набор вероятностей (оценок). Существует много вариантов архитектуры СНС, но все они основаны на чередовании слоев, показанных на рис. 1.

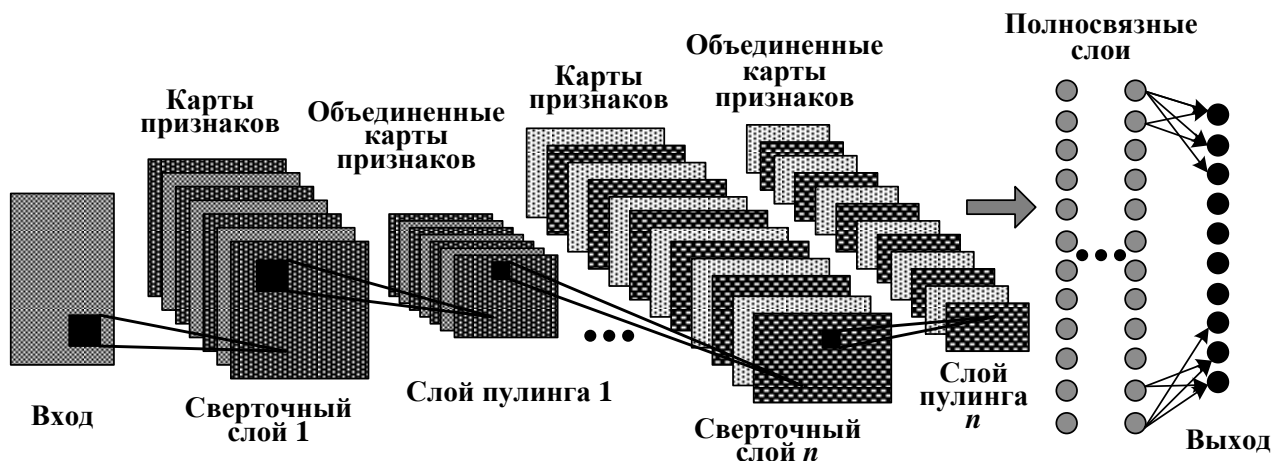


Рис. 1. Сверточная нейронная сеть

СНС состоит из нескольких двухслойных сетей, которые используют математическую операцию свертки (сверточный слой 1, сверточный слой 2, ..., сверточный слой n) и слои объединения (слой пулинга 1, слой пулинга 2, ..., слой пулинга n).

Сверточный слой, представляет из себя набор карт признаков, у которых есть сканирующее ядро. Мы получаем вход, применяем к нему ядро свертки и получаем на выходе карту признаков. Входом свертки могут быть исходные данные или карта признаков, вычисленная другой сверткой [18].

Целью слоя объединения является уменьшение размерности карт предыдущего слоя, и, соответственно, увеличение скорости вычислений. При этом происходит извлечение доминирующих признаков. Применяют один из двух видов пулинга: максимальный или средний. Максимальный пулинг выбирает максимальное значение из блока карты, размеры которого соответствуют ядру пулингового слоя. Средний пулинг возвращает среднее значение.

Входной слой принимает трехмерные сигналы. Полносвязный и выходной (слои классификации) — это слои, представляющие обычный многослойный перцептрон. Они моделируют сложную нелинейную функцию, оптимизируя которую улучшается качество распознавания. Обучение СНС проводится по методу обратного распространения ошибки.

Численные эксперименты. Применение СНС для определения топологии электрической сети было рассмотрено на 140-узловой схеме Северо-восточного координационного совета по энергетике (NПСС), которая представляет собой эквивалент северо-восточного региона Восточного межсетевое объединения энергосистемы США и Канады (рис. 2).

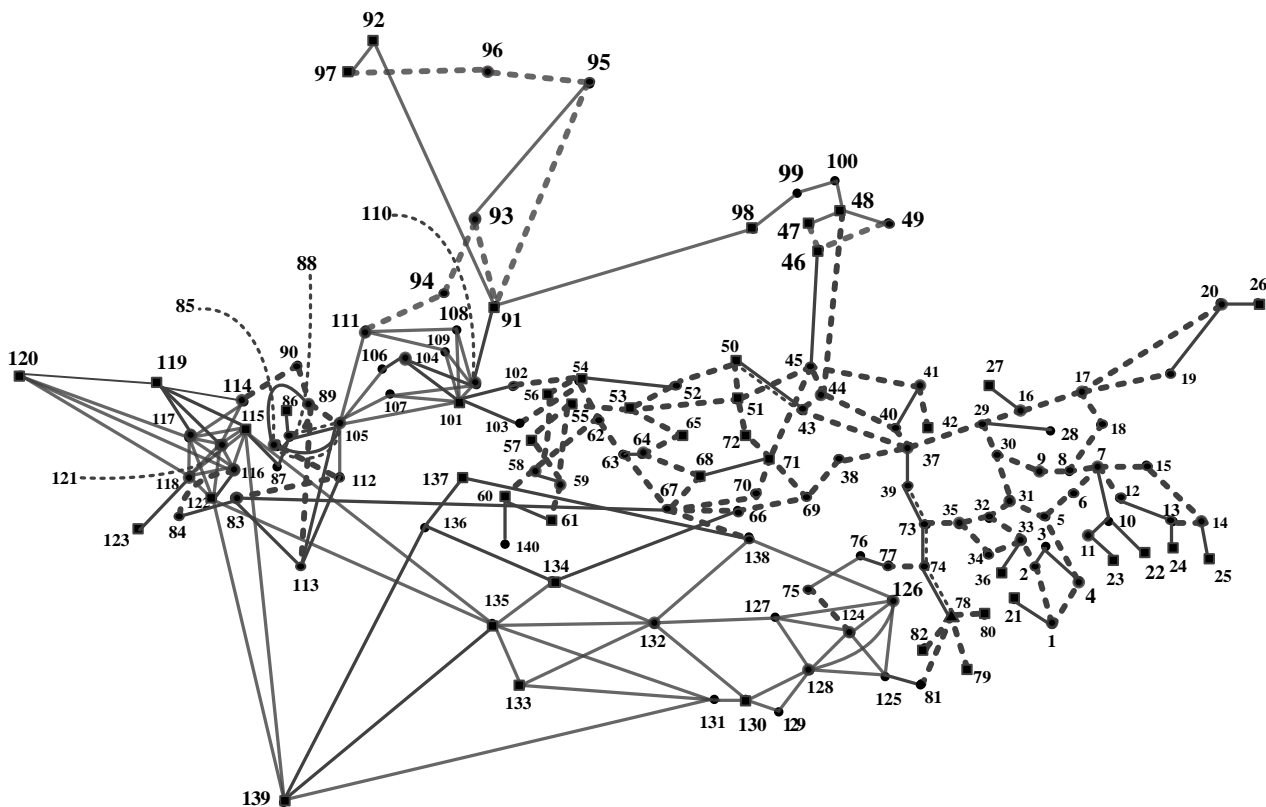


Рис. 2. 140-узловая схема *NPCC* (48 генераторов, 233 линии и 92 нагрузочных узла; генераторные узлы изображены в виде квадратов, нагрузочные узлы в виде кругов)

Для реализации алгоритма используются данные, передаваемые УСВИ, которые размещены в 57 узлах. Размещение получено как результат оптимальной расстановки по критерию минимума количества устройств, обеспечивающих топологическую наблюдательность.

База данных для определения топологии сети получена в интерактивной облачной среде в Google Colab с использованием пакета *ANDES*, применяемого для моделирования и численного анализа работы энергосистемы. Для моделирования отключения/включения линии рассчитаны 500 режимов, изменяя нагрузку во всех нагрузочных узлах от базового уровня в диапазоне от 75 до 125 процентов и добавляя к полученным значениям случайной величины, составляющей от 0 до 20 процентов величины базовой нагрузки в узле. Для каждого режима проведены расчеты переходных процессов, связанных с отключением одной из линий и включением ее через три секунды устройством автоматического повторного включения. В схеме *NPCC* рассматривалось отключение 100 линий (выделены пунктиром на рис. 2).

Расчетные значения измерений напряжения и тока использовались с добавлением случайным образом шума: изменение фазы напряжения на $\pm 0,5^\circ$ и модуля тока на $\pm 0,5\%$. Добавление шума связано с погрешностями УСВИ и измерительных трансформаторов напряжения и тока.

Расчеты по определению топологии проводились по программе, разработанной на языке *Julia* с применением пакета *Flux* (библиотеки машинного обучения, включающей и функции для создания СНС). Во всех расчетах использовались: в

качестве функции активации для сверточных слоев — функция *ReLU*, для полносвязного слоя — логистическая функция *softmax*; в качестве функции потерь — перекрестная энтропия; в качестве функции оптимизации — *Adam* [1].

Рассмотрены 15 вариантов входных параметров. Первый вариант составляют изменения величин измерений одного (первого) временного среза после начала переходного режима. Количество входных параметров СНС для этого случая равно 256 (фазы напряжения в узлах размещения УСВИ и модули токов в ветвях, инцидентных этим узлам). Изменения величин измерений для одного временного среза рассчитываются как разница между измерениями текущего и предшествующего временных срезов.

Изменения величин измерений для одного временного среза рассчитываются как разница между измерениями текущего и предшествующего временных срезов. Промежуток времени между временными срезами равен 0,02 с, что соответствует частоте выборке УСВИ.

Поскольку входной слой СНС принимает трехмерные сигналы, то первый вариант входных параметров составляет матрица $1 \times 256 \times 1$. Второй вариант и каждый последующий — матрицы с первой цифрой (обозначающей количество временных срезов), увеличивающейся на единицу. Для примера, матрица входных параметров 15-го варианта равна $15 \times 256 \times 1$. Для каждого варианта входных параметров используется своя архитектура СНС.

В таблице представлены результаты расчетов всех вариантов. Точность расчетов показывает, насколько верно СНС определила состояние линий во всех тестируемых образцах. Наименьшая точность соответствует первому варианту входных данных (91,48 %), наибольшая — последнему варианту (96,46 %). Начиная с шестого варианта, точность определения изменения в топологии рассматриваемой сети в случае отключения/включения одной из линий составляет более 95 %, а для двух вариантов более 96 %. Таким образом, накопление данных от УСВИ с начала аварийной ситуации позволяет улучшить точность определения топологии электрической сети.

Точность результата определения состояния линии (отключена/включена) с помощью СНС

Вариант данных	Размерность входных параметров	Средняя точность расчета (%)
1	$1 \times 256 \times 1$	91,48
2	$2 \times 256 \times 1$	92,19
3	$3 \times 256 \times 1$	92,81
4	$4 \times 256 \times 1$	92,71
5	$5 \times 256 \times 1$	92,79
6	$6 \times 256 \times 1$	95,24
7	$7 \times 256 \times 1$	94,92
8	$8 \times 256 \times 1$	95,08
9	$9 \times 256 \times 1$	95,03
10	$10 \times 256 \times 1$	95,11
11	$11 \times 256 \times 1$	95,94
12	$12 \times 256 \times 1$	95,89
13	$13 \times 256 \times 1$	96,14
14	$14 \times 256 \times 1$	95,93

15	15×256×1	96,46
----	----------	-------

Заключение. Нейронные сети глубокого обучения используются для решения широкого круга энергетических задач в качестве инструмента повышения надежности функционирования ЭЭС, в том числе и для определения топологии электрической сети в реальном времени. В работе представлена одна из архитектур сетей глубокого обучения — сверточная нейронная сеть — в качестве классификатора, определяющего линии электропередачи, изменившие свое состояние. В основу положено различие в характере переходных процессов, возникающих в результате событий и фиксируемых устройствами синхронизированных векторных измерений. Вычислительные эксперименты, выполненные на 140-узловой тестовой схеме с УСВИ, продемонстрировали возможность использования предлагаемого классификатора на энергосистемах большого масштаба. Показано, что накопление данных от УСВИ с начала аварийной ситуации позволяет улучшить точность определения топологии электрической сети.

Библиографический список

1. Паттерсон, Дж. Глубокое обучение с точки зрения практика (пер. с англ.) / Дж. Паттерсон, А. Гибсон. — Москва : ДМК Пресс, 2018. — 418 с.
2. Y. B. He. Real-time detection of false data injection attacks in smart grid: a deep learning-based intelligent mechanism / G. J. Mendis, J. Wei // *IEEE Trans. Smart Grid*. — 2017. — Vol. 8, no.5. — P. 2505—2516.
3. Wang, H.Z. Deep learning-based interval state estimation of AC smart grids against sparse cyber attacks / H. Z. Wang, J. Q. Ruan, G. Wang et al // *IEEE Trans. Ind. Inf.*. — 2018. — Vol. 14, no. 11, P. 4766—4778.
4. Shi, H. Deep learning for household load forecasting-A novel pooling deep RNN / H. Shi, M. H. Xu, R. Li // *IEEE Trans. Smart Grid*. — 2017. — Vol. 9, no. 5. — P. 5271—5280.
5. Marino, D. L. Building energy load forecasting using deep neural networks / D. L. Marino, K. Amarasinghe, M. Manic // in *IECON 2016 — 42-nd Annual Conference of the IEEE Industrial Electronics Society, Yokohama, Japan, Oct. 23—26, 2016*.
6. Zheng, C. A novel RNN based load modeling method with measurement data in active distribution system / S. H. Wang, Y. L. Liu, et al // *Electr. Power Syst. Res.* — 2019. — Vol. 166. — P. 112—124.
7. Li, W. T. Real-time faulted line localization and PMU placement in power systems through convolutional neural networks / W. T. Li, D. Deka, M. Chertkov, M. Wang // *IEEE Transactions on Power Systems*. — 2019. — Vol. 34, No. 6. — P. 4640—4651.
9. Muhammad, A. Deep learning application in power system with a case study on solar irradiation forecasting / A. Muhammad, J. M. Lee, S. W. Hong, S. J. Lee and E. H. Lee // in *Proc. Int. Conf. Artif. Intell. Inf. Commun. (ICAIIIC)*, Feb. — 2019. — P. 275—279.
10. Voynichka, L. Machine learning for the smart grid. [Online] Available / L. — Voynichka. — URL: [http://cs229.stanford.edu/proj2014/Piana %20Voynichka, %20Machine %20Learning %20for %20the %20Smart %20Grid.pdf](http://cs229.stanford.edu/proj2014/Piana%20Voynichka,%20Machine%20Learning%20for%20the%20Smart%20Grid.pdf) (дата обращения 14.02.2023).
11. Gensler, A. Deep Learning for solar power forecasting — An approach using AutoEncoder and LSTM Neural Networks / A. Gensler, J. Henze, B. Sick, N. Raabe // *IEEE International Conference on Systems, Man, and Cybernetics (SMC)*. — 2016.
12. Lewis, L. J. Traveling wave relations applicable to power-system fault locators / L. J. Lewis // *Transactions of the American Institute of Electrical Engineers*. — vol. 70, no. 2, pp. 1671—1680, 1951.
13. Hamidi, R. J. Traveling-wave-based fault-location algorithm for hybrid multiterminal circuits / R. J. Hamidi and H. Livani // *IEEE Trans. Power Del.* — vol. 32, no. 1, pp. 135—144, 2017.

14. Wei, J. G. J. Mendis. A deep learning-based cyber-physical strategy to mitigate false data injection attack in smart grids / J. Wei, G. J. Mendis // Joint Workshop on Cyber-Physical Security and Resilience in Smart Grids (CPSR-SG), Vienna, Austria. — 2016. — Apr. 12.
15. Zhao, Z. B. Multi-patch deep features for power line insulator status classification from aerial images / Z. B. Zhao, X.Q. Fan, G.Z. Xu et al. // IEEE International Joint Conference on Neural Networks (IJCNN), New Delhi, India, — 2016. — Jul. 24—29.
16. Cardoso, P. E. A. Deep learning applied to PMU data in power systems / P. E. A. Cardoso // Ph. D. thesis, Faculdade De Engenharia Da Universidade Do Porto. — 2017.
17. Lei, Y. A Study on Wind Frequency Control under High Wind Penetration on an NPCC System Model / Y. Lei, Y. Liu, G. Kou. — URL: <https://yandex.ru/search/?clid=2261484&text=A+Study+on+Wind+Frequency+Control+under+High+Wind+Penetration+on+an+NPCC+System+Model+Yin+Lei1+Yong+Liu1+Geifei+Kou1> (дата обращения 17.02.2022).
18. Шумилова, Г. П. Прогнозирование электрических нагрузок при оперативном управлении электроэнергетическими системами на основе нейросетевых структур / Г. П. Шумилова, Н. Э. Готман, Т. Б. Старцева. — Екатеринбург : УрО РАН, 2008. — 88 с.
19. Готман, Н. Э. Идентификация изменения состояния линии по векторным измерениям в переходном режиме на основе сетей глубокого обучения / Н. Э. Готман, Г. П. Шумилова // Методические вопросы исследования больших систем энергетики. Вып. 71. Надежность энергоснабжения потребителей в условиях их цифровизации / отв. ред. чл.-корр. РАН Н.И. Воропай. — Иркутск : ИСЭМ СО РАН. 2020. — Кн. 2. — С. 171—180.

На базе ГАПОУ «Сыктывкарский лесопромышленный техникум» (Республика Коми, г. Сыктывкар) преподавателями и студентами ведется работа по совершенствованию материально-технической базы. Был разработан и собран стенд для отработки практических навыков при сборке различных электрических схем, изучаемых в ходе образовательного процесса.

Ключевые слова: электрические схемы, стенд, слесарь-электрик, практика

Д. Д. Дребенцов,
студент 1 курса;
А. Ю. Лобанов,
преподаватель

(Сыктывкарский лесопромышленный техникум)

РАЗРАБОТКА УЧЕБНОГО СТЕНДА ДЛЯ ПОДГОТОВКИ СТУДЕНТОВ ПО НАПРАВЛЕНИЮ «СЛЕСАРЬ-ЭЛЕКТРИК»

Подготовка студентов по направлению слесарь-электрик согласно новым стандартам должна осуществляться в короткие сроки. С традиционных два года и десять месяцев в рамках федеральной программы «Профессионалитет» мы должны перестроить процесс и подготовить будущего рабочего за год и десять месяцев. При этом сокращение обучения идет не за счет общеобразовательных дисциплин, а путем повышения интенсивности профессионального обучения, в том числе за счет практических работ [1].

В практической работе студентов большое значение имеют электромонтажные стенды, предназначенные для приобретения практических навыков по выполнению монтажа, тестирования и технического обслуживания электропроводки, электрооборудования, устройств, аппаратов защиты и коммутации, программированию алгоритмов управления промышленного оборудования и технологическими процессами, а также имеется возможность производить поиск и устранение неисправностей установленных элементов [2].

Проведение практических работ на подобных стендах не только подготавливает студента к будущей защите, проводимой в виде демонстрационного экзамена, но и позволяет участвовать в конкурсах профессионального мастерства по системе «WORLD SKILLS».

Высокие требования образовательного стандарта к наличию современных материально-технических условий организации процесса обучения, ограниченность бюджетов учебных учреждений и высокий выход из строя оборудования в процессе интенсивного обучения приводит к необходимости разработки и внедрения в учебный процесс электромонтажных стендов собственной конструкции.

На данный момент учебные стенды на базе ГАПОУ «Сыктывкарский лесопромышленный техникум» разработанные и созданные преподавателями позволяют проводить обучение основным электромонтажным работам (рис. 1).



Рис. 1. Учебный стенд на базе ГАПОУ «Сыктывкарский лесопромышленный техникум»

В перечень выполняемых работ входит: монтаж осветительных сетей, монтаж счетчиков, монтаж распределительных коробок, подключение асинхронных электродвигателей, отработка различных схем запуска электродвигателей, системы аварийного отключения и многое другое (рис. 2).

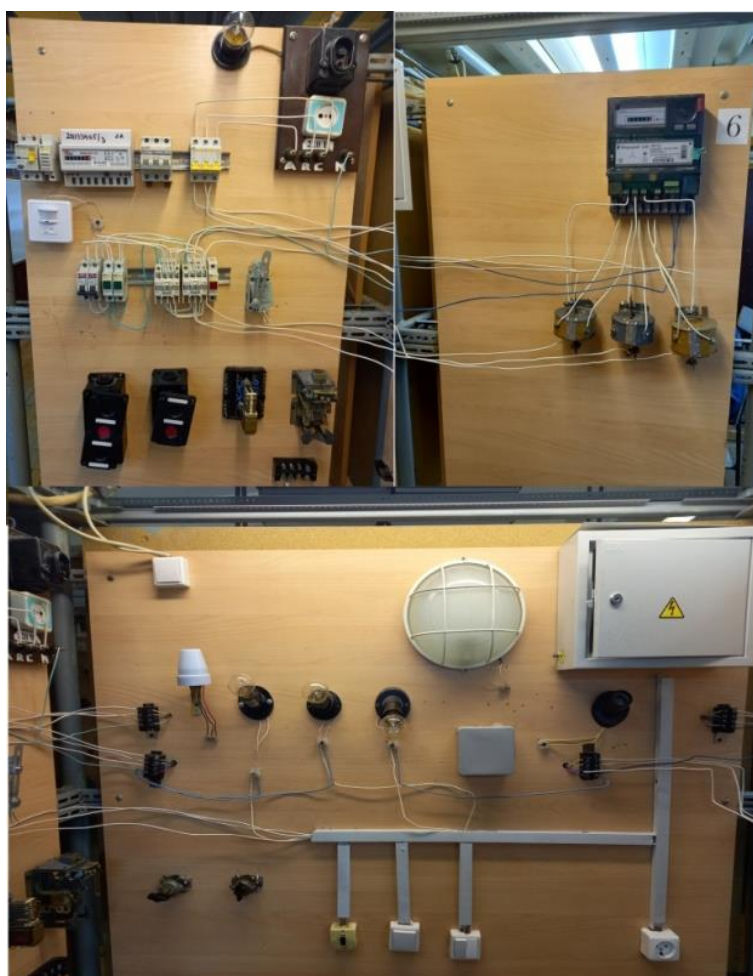


Рис. 2. Примеры выполняемых работ

Однако эти стенды устарели не только физически, но и морально. Почти весь современный монтаж осуществляется на din-рейках с использованием различного устанавливаемого на них электрического оборудования, а большинство источников света давно перешло на диоды. Кроме того, необходимо повышать компактность установки оборудования для сокращения количества используемого в процессе монтажа кабеля [3]. В связи с этим возникает необходимость создания простого и компактного стенда, на котором студенты могут массово отрабатывать навыки электромонтажа. На основе анализа основных компетенций, получаемых студентами в ходе практики, студентами был изготовлен стенд (рис. 3).



Рис. 3. Стенд для обучения студентов по направлению слесарь-электрик

Данный стенд позволяет отрабатывать следующие работы: подключение одно- и трехфазных счетчиков, сборка коробок освещения, монтирование сетей освещения, в том числе с распределительной коробкой, подключение выключателей, розеток, схемы запуска двигателей с использованием магнитных пускателей.

За счет простоты и компактности, стенд позволяет подключать различное оборудование на din-рейку, что расширяет возможности по сборки электромонтажных схем, а также значительно экономит провода в процессе сборки.

Библиографический список

1. Об образовании в Российской Федерации : федер. закон от 29.12.2012 № 273-ФЗ. // СПС «КонсультантПлюс» (дата обращения: 10.02.2023).
2. Федеральный государственный образовательный стандарт среднего профессионального образования по профессии 13.01.10 «Электромонтер по ремонту и обслуживанию электрооборудования (по отраслям)». — URL: <https://arhcollege.ru/mod/resource/view.php?id=236&forceview=1> (дата обращения: 10.02.2023).
3. Бакланов, В. В. Стенд для выполнения электромонтажных работ / В. В. Бакланов, И. С. Полоротов, И. А. Чирков // Молодой ученый. — 2021. — № 31.1 (373.1). — С. 6—9.

На основе анализа нормативных документов организации и проведения рубок ухода описаны требования к интерфейсу пользователя информационных систем проектирования рубок ухода. Разработаны формы ввода и их взаимодействия при вводе исходных данных. Рассмотрены вопросы реализации интерфейса пользователя в программной среде Visual Studio C# на примере информационной системы «Лесокартограф».

Ключевые слова: информационные системы, рубки ухода

Н. Г. Евстафьев,
кандидат технических наук
(Сыктывкарский лесной институт)
В. В. Королёв
(ООО «Клариго»)
Н. М. Тетерин
(Сыктывкарский лесной институт)

К ВОПРОСУ О РАЗРАБОТКЕ ИНТЕРФЕЙСА ПОЛЬЗОВАТЕЛЯ ДЛЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ РУБОК УХОДА НА ПРИМЕРЕ ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ «ЛЕСОКАРТОГРАФ»

Проведение рубок ухода регламентируется приказом Минприроды РФ № 534 от 30.07.2020 г. [1]. В соответствии с п. 11 данного приказа рубки ухода должны осуществляться в соответствии с проектом рубок ухода за лесами. При этом п. 12 приказа регламентирует перечень параметров, которые должны быть включены в проект рубок ухода.

Поскольку проект рубок ухода не включен Рослесхозом в состав перечня документов, формирование которых должно осуществляться в форме электронного документа в виде файлов в формате XML на основе XML-схем, которые обеспечивают считывание и контроль представляемых данных в единой государственной автоматизированной информационной системе учета древесины и сделок с ней [2]. Поэтому с учетом п.12 был определен перечень параметров, который должен быть использован при составлении проекта рубок ухода.

Под интерфейсом пользователя информационной системы понимается набор форм, используемых для ввода исходных данных для составления проекта рубок ухода.

При этом разрабатываемый интерфейс должен обладать рядом свойств:

- «динамичностью» форм ввода, предполагающей изменение состава форм ввода данных в зависимости от вводимых значений некоторых параметров;
- «единичностью» ввода значений, предполагающей ввод значения параметра только в одну форму ввода, и автоматическое заполнение этого значения в других формах, где это значение встречается;
- «автосуммируемостью» значений, обеспечивающей расчет итоговых значений вводимых параметров.

Рассмотрим результаты разработки интерфейса для информационной системы «Лесокартограф», разработанной в программной среде Visual Studio C#. Для отрисовки форм ввода применена система построения клиентских приложений Windows Presentation Foundation (WPF), использующая язык декларативной разметки интерфейса xaml [3]. Общая программная архитектура приложения определяется шаблоном MVVM (Model-View-ViewModel), который позволяет отделить логику приложения от его визуальной части (представления) [4].

Шаблон MVVM состоит из трех компонентов: модели (Model), модели представления (ViewModel) и представления (View). Функциональное разделение приложения на три компонента, позволяет упрощает его разработку, тестирование, а также дальнейшую модификацию и поддержку.

Компонент модель (Model) описывает используемые в приложении данные.

Компонент представление (View) определяет непосредственно визуальный интерфейс, через который пользователь взаимодействует с приложением, используя разного вида кнопки, текстовые поля и прочие визуальные элементы. Кодирование кнопок, текстовых полей и визуальных элементов осуществляется на языке разметки xaml технологии WPF.

Компонент модель представления (ViewModel) связывает модель (Model) и представление (View) через механизм привязки данных (Binding), объявления события PropertyChanged и метода его обработки OnPropertyChanged. Также модель представления (ViewModel) содержит логику получения данных из модели (Model) для передачи в представление (View), и определяет логику обновления данных в модели (Model).

Следует отметить, что модель (Model) напрямую не связана с представлением (View), поэтому предусмотрен механизм, позволяющий автоматически изменять отображаемые данные в представлении (View) при изменении значения свойств в модели (Model) посредством интерфейса INotifyPropertyChanged, для реализации которого используется объявление событие PropertyChanged и метод его обработки OnPropertyChanged.

Представление (View) при проектировании рубок ухода формирует следующие формы ввода данных:

- общие данные о проекте;
- общая характеристика участка;
- общая характеристика технологии рубки ухода;
- пробные площади;
- полевые ведомости;
- характеристика насаждений до проведения рубки ухода;
- хозяйственно-биологическая классификации деревьев;
- экономические показатели проекта;
- общие данные о технологической карте;
- описание технологических операций;
- характеристика бригад проведения рубок ухода;
- охрана окружающей среды и техники безопасности.

Отображение этих форм на компьютере приведено ниже на рис. 1—6.

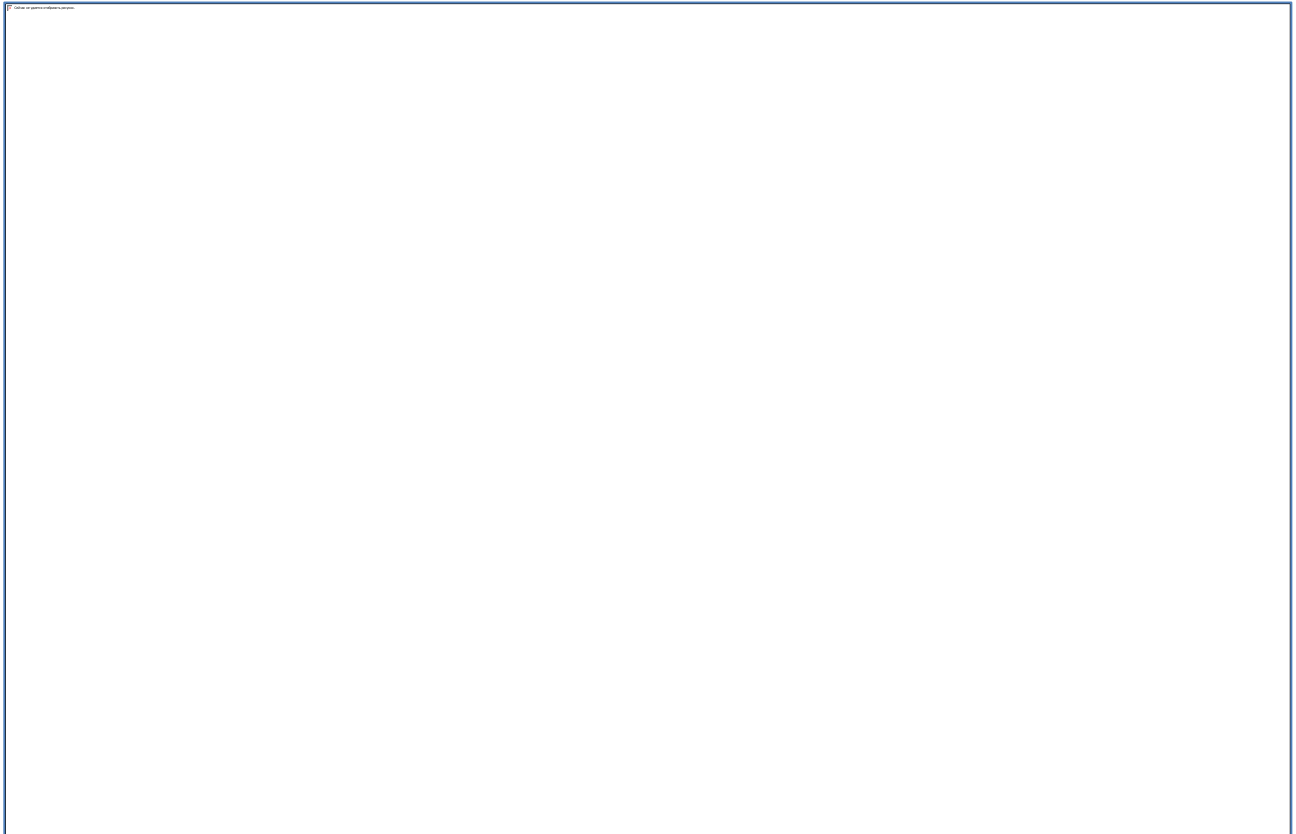


Рис. 1. Формы «Общие данные о проекте», «Общая характеристика участка рубки ухода»
(исходное состояние интерфейса)

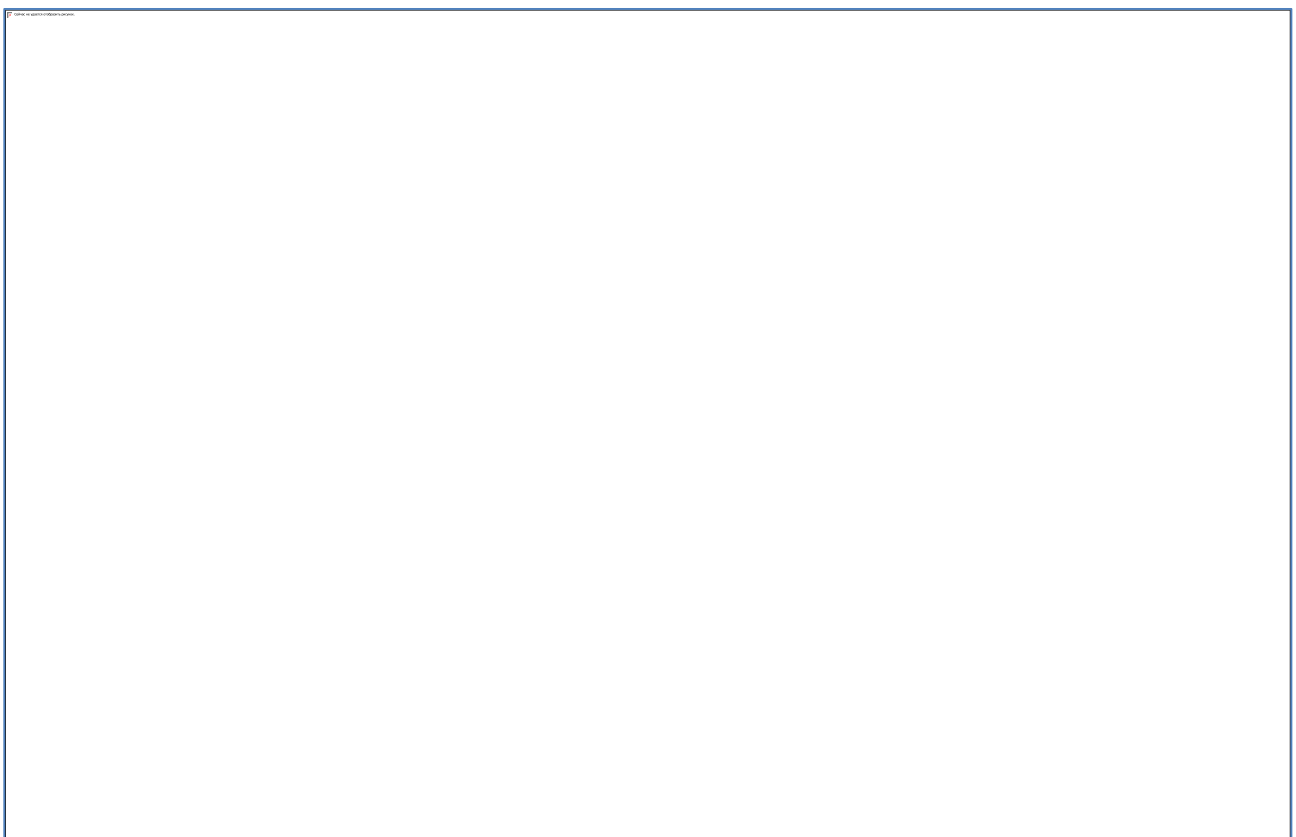


Рис. 2. Формы «Общая характеристика технологии рубки ухода»,
«Полевые ведомости», «Характеристика насаждений до проведения рубки ухода»
(исходное состояние интерфейса)

Лесокартограф+ v2.40 — Пожегодское

Проект

Планшет

Квартал

Отвод

Выдел

Перечет

Подроет

Координаты

План

Отчет

Обновление

Отправить сообщение

Исходная полнота древостоя на выделе

Характеристика пород древостоя на выделе

Порода	Состав	Возраст, лет	Высота (мин.), м	Высота (макс.), м	Диаметр (мин.), см	Диаметр (макс.), см	Густота, шт./га	Интенсивность рубки, %
Итого								

Хозяйственно-биологическая классификация деревьев

Лучшие деревья

вид пород

Вспомогательные деревья

вид пород

Нежелательные деревья

вид пород

Экономические показатели проекта

Планируемые затраты на 1 га площади участка, тыс. руб.

Сортиментный состав вырубаемой части древостоя (предварительная оценка)

Ожидаемый доход от реализации заготовленной древесины, тыс. руб.

Рис. 3. Формы «Хозяйственно-биологическая классификация деревьев», «Экономические показатели проекта» (исходное состояние интерфейса)

Лесокартограф+ v2.40 — Пожегодское

Проект

Планшет

Квартал

Отвод

Выдел

Перечет

Подроет

Координаты

План

Отчет

Обновление

Отправить сообщение

Ожидаемый доход от реализации заготовленной древесины, тыс. руб.

Прибыль на 1 га участка леса, пройденного уходом, тыс. руб.

Общие данные о технологической карте

Предприятие, проводящее рубку ухода

наименование предприятия организационно-правовая форма

Составление техкарты

Должность Фамилия И.О. Дата составления

Согласование техкарты

Должность Фамилия И.О. Дата согласования

Получение техкарты

Должность Фамилия И.О. Дата получения

Дата подписания лесной декларации

Описание технологических операций

Подготовительные работы

Рис. 4. Формы «Общие данные о технологической карте», «Описание технологических операций» (исходное состояние интерфейса)

Лесокартограф+ v2.40 — Пожегодское

сроки проведения подготовительных работ

начало работ: Выбор даты [15] окончание работ: Выбор даты [15]

Валка деревьев (машина, инструмент)

Трелёвка древесины

лесная машина

способ сбора древесины

Обрубка сучьев

Раскряжёвка

Очистка лесосек

Характеристика бригад проведения рубки ухода

Количество и состав малых комплексных бригад

количество бригад

состав бригады, чел

в том числе трактористов в том числе вальщиков

Отправить сообщение

Рис. 5. Формы «Характеристика бригад проведения рубок ухода» (исходное состояние интерфейса)

Лесокартограф+ v2.40 — Пожегодское

состав бригады, чел

в том числе трактористов в том числе вальщиков

Сменное задание на бригаду, м³

Количество тракторов:

Количество бензиномоторных пил, кусторезов

в том числе резервных

Охрана окружающей среды, труда и техника безопасности

Сбор и утилизация отходов, образующихся во время лесозаготовки

Предотвращение и уборка подтеков масла, топлива

Планируемые мероприятия по охране труда и технике безопасности

Выполнение Принципов и Критериев ЛПС FSC сертификации

Сохранить Удалить Закрыть

Отправить сообщение

Рис. 6. Форма «Охрана окружающей среды и техники безопасности» (исходное состояние интерфейса)

Представление (View) содержит более полутора тысяч строк кода, поэтому в данной статье в сжатом виде приведем только те части кода на языке разметки xaml, которые обеспечивают выше сформулированные свойства разрабатываемого интерфейса – «динамичность», «единичность» и «автосуммируемость».

Для реализации «динамичности» интерфейса задается стиль для элемента компоновки, определяющего форму ввода. На пример, форма ввода «Пробные площади», определяемая элементом <StackPanel>, задан стиль <StackPanel.Style>, который свертывает указанную форму, когда поле «Технология рубок ухода», определяемое свойством ProjectedTechnology, имеет первоначально пустое значение либо в поле выбрано значение – «равномерная»:

```
<StackPanel.Style>
  <Style TargetType="StackPanel" >
    <Style.Triggers>
      <DataTrigger Binding="{Binding ProjectedTechnology}" Value="">
        <Setter Property="Visibility" Value="Collapsed"/>
      </DataTrigger>
      <DataTrigger Binding="{Binding
        ProjectedTechnology}" Value="равномерная">
        <Setter Property="Visibility" Value="Collapsed"/>
      </DataTrigger>
    </Style.Triggers>
  </Style>
</StackPanel.Style>
```

На рис. 7 показано изменение интерфейса для значения – «коридорная».

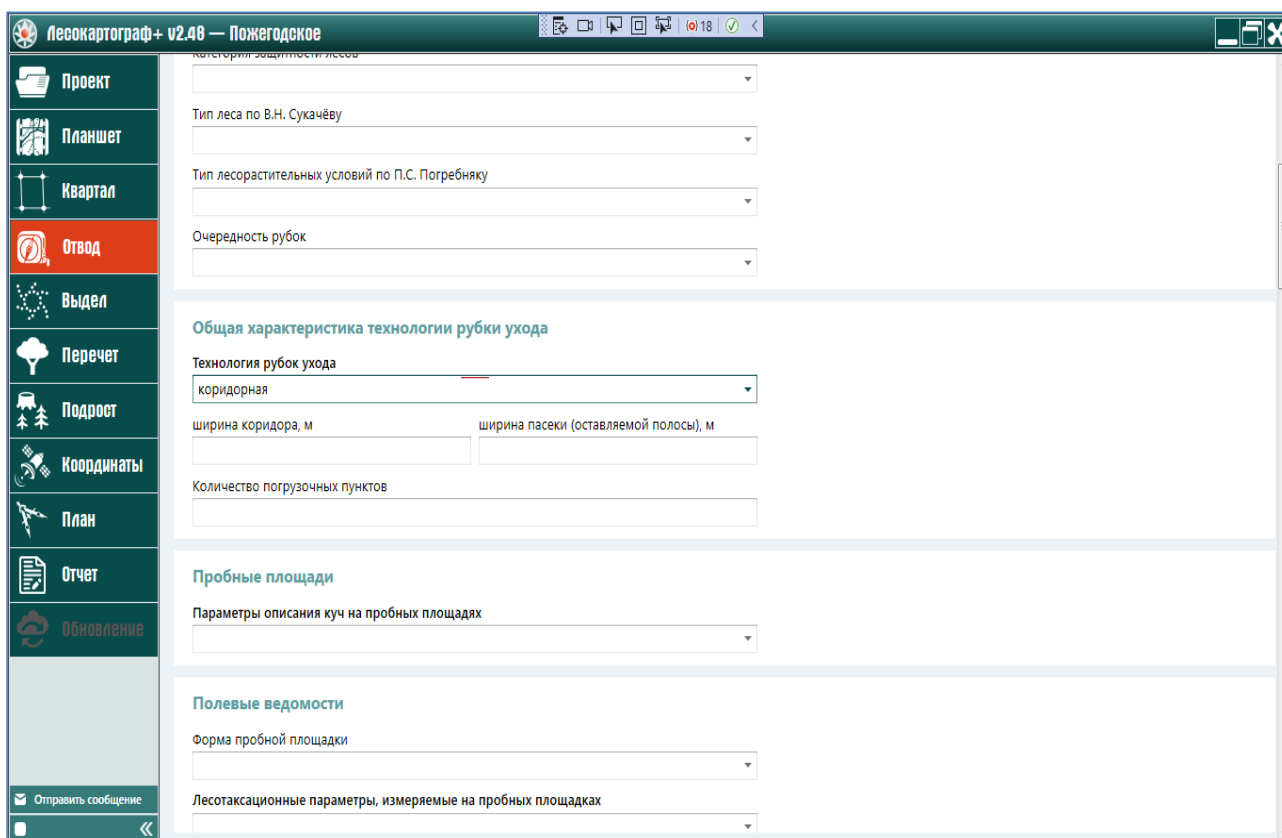


Рис. 7. Появление формы «Пробные площади» при выборе коридорной технологии в форме «Общая характеристика технологии рубок ухода»

Для объекта, определяемого элементом <DataGrid> и состоящего из вложенных друг в друга коллекций объектов, для реализации динамичности интерфейса используются последовательность элементов <DataGrid.RowDetailsTemplate>, <DataTemplate>, <DataTemplate.Triggers>, <DataTrigger>, <DataTrigger.Setters>, <Setters>. Примером такого объекта является форма ввода «Пробные площади», реализация интерфейса которой на языке xaml приведена ниже:

```
<DataGrid ItemsSource="{Binding TrialAreaOnAllotments}" MaxWidth="607"
  RowDetailsVisibilityMode = "Visible HorizontalAlignment = "Left">
  <DataGrid.Columns>
    <DataGridTextColumn Header="Номер выдела"
      Binding="{Binding Path=AllotmentName, Mode=TwoWay}"
      Width="200" IsReadOnly="True"/>
    <DataGridTextColumn Header="Площадь выдела, га"
      Binding="{Binding Path=Area, Mode=TwoWay}"
      Width="200" IsReadOnly="True"/>
    <DataGridTextColumn Header="Количество площадей"
      Binding="{Binding Path=Quantity, Mode=TwoWay}"
      Width="205" IsReadOnly="False"/>
  </DataGrid.Columns>
  <DataGrid.Style>
    <Style TargetType="DataGrid" BasedOn="{StaticResource SK_PageDataGrid}">
      <Style.Triggers>
        <DataTrigger Binding="{Binding DefinitionHeapModel}" Value="">
          <Setter Property="Visibility" Value="Collapsed"/>
        </DataTrigger>
        <DataTrigger Binding="{Binding DefinitionHeapModel}" Value="количество
куч">
          <Setter Property="Visibility" Value="Visible"/>
        </DataTrigger>
        <DataTrigger Binding="{Binding DefinitionHeapModel}"
          Value="количество и длина куч">
          <Setter Property="Visibility" Value="Visible"/>
        </DataTrigger>
        <DataTrigger Binding="{Binding DefinitionHeapModel}"
          Value="количество, длина и ширина куч">
          <Setter Property="Visibility" Value="Visible"/>
        </DataTrigger>
        <DataTrigger Binding="{Binding DefinitionHeapModel}"
          Value="количество, длина, ширина и высота куч">
          <Setter Property="Visibility" Value="Visible"/>
        </DataTrigger>
      </Style.Triggers>
    </Style>
  </DataGrid.Style>
  <DataGrid.RowDetailsTemplate>
    <DataTemplate>
```

```

<StackPanel Background="Lavender" Visibility="Visible"
    Margin="60 0 0 0" Width="545">
    <StackPanel Orientation="Horizontal" Margin="5 0 0 0">
        <TextBlock Text="Пробные площадки на выделе № " Margin="0 0 0 -2"
            FontSize="13"/>
        <TextBlock Text="{Binding Path=AllotmentName}" Margin="0 1 0 -2"/>
    </StackPanel>
    <DataGrid ItemsSource="{Binding TrialAreas, Mode=TwoWay}"
        Background="Lavender" RowDetailsVisibilityMode="Visible">
        <DataGrid.Columns>
            <DataGridTextColumn Header="№ площадки" Binding="{Binding Number,
                Mode=TwoWay}" Width="90"/>
            <DataGridTextColumn Header="Длина, м" Binding="{Binding Length,
                Mode=TwoWay}" Width="150"/>
            <DataGridTextColumn Header="Ширина, м" Binding="{Binding Width,
                Mode=TwoWay}" Width="150"/>
            <DataGridTextColumn Header="Количество куч"
                Binding="{Binding HeapQuantity, Mode=TwoWay}"
                Width="153"/>
        </DataGrid.Columns>
        <DataGrid.RowDetailsTemplate>
            <DataTemplate>
                <StackPanel x:Name="HeapBegin" Background="LightBlue"
                    Visibility="Visible" Margin="140 0 0 0" Width="400">
                    <StackPanel Orientation="Horizontal" Margin="5 0 0 0"
                        Visibility="Visible">
                        <TextBlock Text="Кучи на пробной площадке № " Margin="0 0 0 9"
                            Visibility="Visible" FontSize="13"/>
                        <TextBlock Text="{Binding Number}" Visibility="Visible"/>
                    </StackPanel>
                    <ctrls:HeapsLengthControl x:Name="HeapLength" Items="{Binding Path =
                        Heaps, Mode=TwoWay}" Visibility="Collapsed"/>
                    <ctrls:HeapsSquareControl x:Name="HeapSquare" Items="{Binding Path =
                        Heaps, Mode=TwoWay}" Visibility="Collapsed"/>
                    <ctrls:HeapsVolumeControl x:Name="HeapVolume" Items="{Binding Path =
                        Heaps, Mode=TwoWay}" Visibility="Collapsed"/>
                </StackPanel>
                <DataTemplate.Triggers>
                    <DataTrigger Binding="{Binding ElementName = HeapModel,
                        Path=DataContext.DefinitionHeapModel}"
                        Value="количество, длина, ширина и высота куч">
                        <DataTrigger.Setters>
                            <Setter TargetName="HeapVolume" Property="Visibility"
                                Value="Visible"/>
                        </DataTrigger.Setters>
                    </DataTrigger>
                    <DataTrigger Binding="{Binding ElementName = HeapModel,
                        Path=DataContext.DefinitionHeapModel}"

```

```

        Value ="количество, длина и ширина куч">
    <DataTrigger.Setters>
        <Setter TargetName="HeapSquare" Property="Visibility"
            Value="Visible"/>
    </DataTrigger.Setters>
</DataTrigger>
<DataTrigger Binding="{Binding ElementName = HeapModel,
    Path=DataContext.DefinitionHeapModel}"
    Value ="количество и длина куч">
    <DataTrigger.Setters>
        <Setter TargetName="HeapLength" Property="Visibility"
            Value="Visible"/>
    </DataTrigger.Setters>
</DataTrigger>
<DataTrigger Binding="{Binding ElementName = HeapModel,
    Path=DataContext.DefinitionHeapModel}"
    Value ="количество куч">
    <DataTrigger.Setters>
        <Setter TargetName="HeapBegin" Property="Visibility"
            Value="Collapsed" />
    </DataTrigger.Setters>
</DataTrigger>
</DataTemplate.Triggers>
</DataTemplate>
</DataGrid.RowDetailsTemplate>
</DataGrid>
</StackPanel>
</DataTemplate>
</DataGrid.RowDetailsTemplate>
</DataGrid>

```

В форме «Пробные площади» определяемой элементом <DataGrid>, в элементе <DataTrigger>, <DataTrigger.Setters> и <Setters> задается сокрытие форм, определяющей размеры куч в зависимости от модели, определяемой установленным значением свойства DefinitionHeapModel.

Для изменения интерфейса формы ввода «Пробные площади», предусмотрен механизм привязки поля «Параметры описания куч на пробных площадях» к свойству DefinitionHeapModel. Привязка поле осуществляется с использованием оператора Binding. При изменении значения свойства DefinitionHeapModel, выбираемых из выпадающего списка, изменяется интерфейс формы ввода «Пробные площади».

Далее на рис. 8 и 9 приведены изменение интерфейса формы ввода, когда пользователь в поле «Параметры описания куч на пробных площадях» из выпадающего списка выбирает соответствующие значения DefinitionHeapModel = «количество куч» и DefinitionHeapModel = «количество, длина, ширина, высота куч».

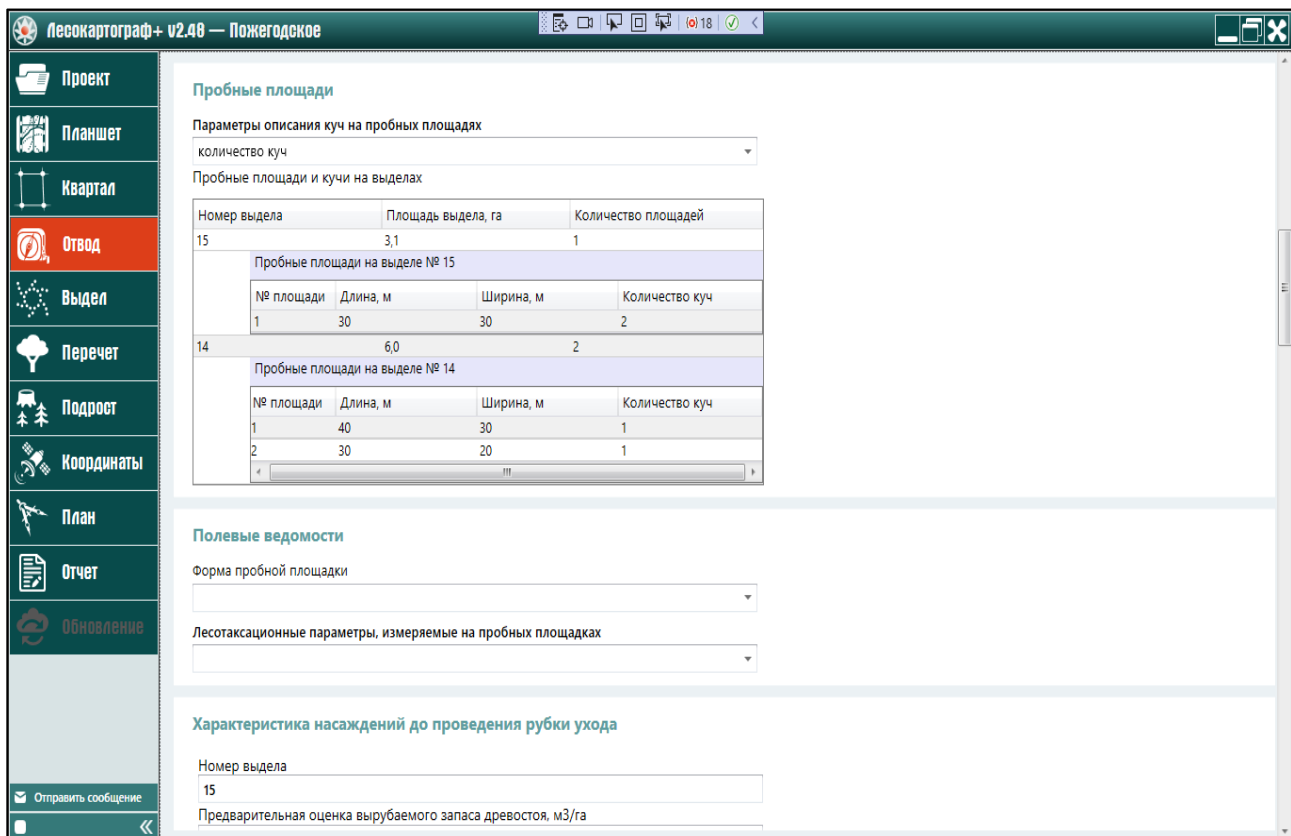


Рис. 8. Форма «Пробные площади» при выборе в поле «Параметры описания куч на пробных площадях» значения «количество куч»

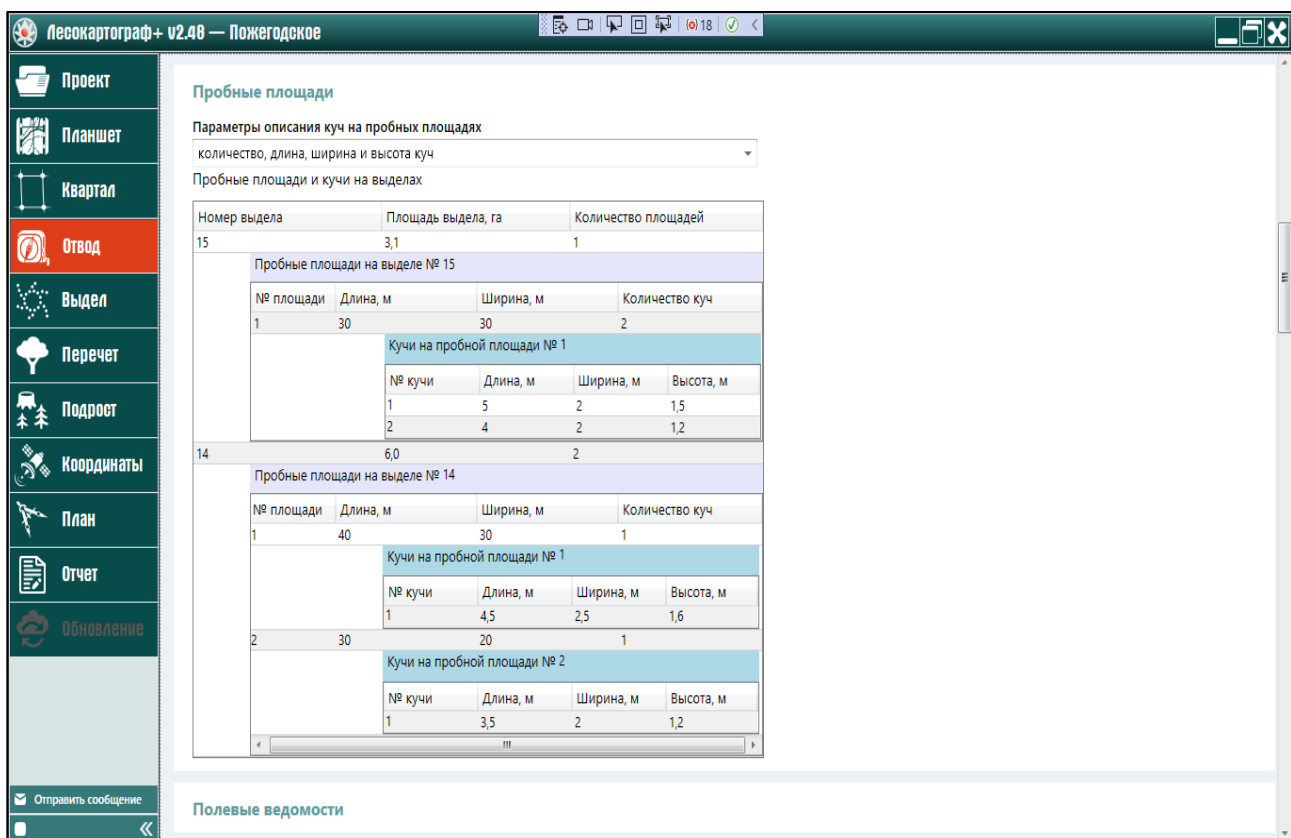


Рис. 9. Форма «Пробные площади» при выборе в поле «Параметры описания куч на пробных площадях» значения «количество, длина, ширина, высота куч»

Для реализации свойства интерфейса «автосуммируемости» значений при вводе данных в форму в модели представления (ViewModel) задается класс, определяющий исходные данные формы, а в представлении (View) на языке разметки xmal определяется форма ввода. Посредством оператора (Binding) данные, вводимые в поля формы связываются со свойствами заданного класса в модели представления (ViewModel). В заданном классе определяется событие PropertyChanged, сигнализирующем о вводе значения свойства в представлении (View), задаются делегаты (delegate) — ссылки на методы, обрабатывающие эти события.

Рассмотрим реализацию «автосуммируемости» значений при их вводе на примере формы «Полевая ведомость», в которой вводится количество пробных площадок в исходной полевой ведомости, выбирается наименование пород, вводится густота для каждой породы на пробных площадках и происходит автосуммирование итоговых значений густоты по породам.

Для определения формы «Полевая ведомость» в модели представления (ViewModel) создается коллекция объектов FieldSheetShorts класса ShortAllocationSheetVM — полевая ведомость на выделе. В этом классе определяется коллекция объектов SmallAreas класса SmallAreaVM – пробная площадка, в котором определено свойство Number – номер пробной площадки и коллекция объектов Species класса ShortSmallAreaSpeciesVM – сжатое описание пород пробной площадки, в котором определено свойство Name – наименование породы и Density — густота породы на пробной площадке.

В классе ShortAllocationSheetVM также определяется объект TotalSmallAreas класса TotalSmallAreaVM – итоговая пробная площадка с суммарной густотой пород, в котором аналогичным образом определено свойство Number – номер итоговой пробной площадки и коллекция объектов Species класса ShortSmallAreaSpeciesVM – сжатое описание пород пробной площадки, в котором определено свойство Name — наименование породы и Density — густота породы на пробной площадке.

В ShortAllocationSheetVM задан объект AllocatedSpeciesAssortmentPlant класса SpeciesAssortmentVM — породы квартала, в классе определено свойство SpeciesNames — коллекция выбранных пород и событие event Action<SpeciesVM> Changed — уведомление об изменении флага при выборе породы.

Автосуммирование итоговых значений густоты по породам поддерживается следующей последовательностью операций:

- во-первых, при выборе породы объявляется событие event Action<SpeciesVM> Changed, для обработки которого вызывается делегат SpeciesAssortmentChanged, который инициирует выполнение метода RecreateArea() – воссоздание полевой ведомости выдела;

- во-вторых, метод RecreateArea() для установки начала своего времени жизни присваивает значение переменной bool RecreatingAreas = true, которая определена в классе ShortAllocationSheetVM, вызывает метод RecreateSmallAreas() — воссоздание коллекции пробных площадок, метод RecreateTotalAreas() — воссоздание итоговой пробной площадки, метод RefreshTotalDensity() – воссоздание итоговых значений густоты по породам, устанавливает

окончание своего времени жизни, присваивая значение переменной `bool RecreatingAreas = false`;

– в-третьих, метод `RecreateSmallAreas()` вызывает метод `var newSmallAreas = CreateFromExistingSmallAreas(smallAreas, count)` — копирование существующих площадок, метод `AddEmptyForNewSmallAreas(areas)` — заполнение новых пробных площадок, метод `RecreateSpecies(newSmallAreas, SpeciesNames)` — воссоздание пород на пробных площадках;

– в-четвертых, метод `RecreateSpecies(newSmallAreas, SpeciesNames)` вызывает метод `var newSpecies = CreateFromExistingSpecies(speciesNames, area.Species)` — копирование предыдущих пород на площадках, метод `AddEmptyForNewSpecies(speciesNames, newSpecies)` — заполнение новых пород на пробных площадках;

– в-пятых, метод `AddEmptyForNewSpecies(speciesNames, newSpecies)` содержит делегат `SmallAreaSpecies_PropertyChanged`, для обработки события `PropertyChanged`, генерируемое при выборе наименования породы;

– в-шестых, делегат `SmallAreaSpecies_PropertyChanged` вызывает вышеуказанный метод `RefreshTotalDensity()` – воссоздание итоговых значений густоты по породам при условии изменения свойства `Density` — густоты породы на пробной площадке, при наличии `TotalSmallAreas` — итоговой пробной площадки, при значении переменной `bool RecreatingAreas = false` — окончании времени воссоздания полевой ведомости выдела.

На рис. 10 на примере формы «Полевая ведомость» показан результат исполнения вышеуказанной последовательности операций.

Лесокартограф+ v2.40 — Пожегодское

Проект
Планшет
Квартал
Отвод
Выдел
Перечет
Подрост
Координаты
План
Отчет
Обновление

Отправить сообщение

Полевые ведомости

Форма пробной площадки

Лесотаксационные параметры, измеряемые на пробных площадках

густота

Номер выдела
15

Количество пробных площадок в проектируемой полевой ведомости
30

Источник исходной полевой ведомости
ввод полевой ведомости

Количество пробных площадок в исходной полевой ведомости
2

Породы полевой ведомости
Сосна, Береза

Главная порода древостоя на выделе

Полевая ведомость

Номер пробной площадки	Порода	Густота, шт./га
1	С	2
	Б	3
2	С	1
	Б	4
Итого	С	3
	Б	7

Активация Windows
Чтобы активировать Windows, перейдите в раздел "Параметры".

Рис. 10. Форма «Полевые ведомости» при выборе в поле «Лесотаксационные параметры, измеренные на пробных площадках» значения «густота»

Для реализации свойства интерфейса «единичности» ввода значений в формы в классе модели представления (ViewModel), в котором первоначально вводятся данные, определяются события event, объявляющих о вводе значений этих данных в представлении (View). Для делегатов (delegate), которые создаются в других классах для обработки объявленных событий event, введенные значения передаются посредством использования метода ?.Invoke(string).

Далее в головном классе модели представления (ViewModel) создается метод, который определяет объекты классов, которые используют первоначально введенные данные вышеуказанного класса. В этом методе определяют делегат (delegate) – ссылку на метод обработки события event, информирующего о первоначальном вводе значения некоторого свойства. Метод обработки реализуется в головном классе и содержит объект класса, в который необходимо передать первоначально введенные данные. При этом объект класса ссылается на метод, заданный в этом классе для приема передаваемых данных.

В классе модели представления (ViewModel), который принимает первоначально введенные данные, реализуется метод для приема данных и вызова другого метода этого класса с целью обработки передаваемых данных.

В представлении (View) на языке разметки xmal задается форма для первоначального ввода данных, и задаются формы, повторно использующие вводимые данные. Посредством оператора (Binding) данные, вводимые в поля формы связываются со свойствами заданных классов в модели представления (ViewModel).

Рассмотрим реализацию «единичности» значений при их вводе на примере формы «Полевая ведомость», в которой выбирается первоначальное наименование пород, и формы «Характеристика насаждений до проведения рубки ухода», использующей тоже самое наименование пород.

В классе ShortAllocationSheetVM – полевая ведомость на выделе, определяющем форму «Полевая ведомость», задается событие event Action<ShortAllocationSheetVM, string[]> SpeciesChanged — изменение наименование породы, и для обработки объявленного события event задается метод SpeciesChanged?.Invoke(this, SpeciesNames) — перечень наименований пород — для передачи делегату (delegate) наименований выбранных пород.

В головном классе ThinningViewModel задается метод void Init(IAllotment allotment), в котором определяется коллекция объектов PlantingInfos класса PlantingVM — характеристики насаждений выделов и для обработки события SpeciesChanged определяется делегат SpeciesSelectChanged — метод передающий наименования пород объектам PlantingInfos класса PlantingVM.

Метод SpeciesSelectChanged(ShortAllocationSheetVM fieldSheetShorts, string[] speciesNames) принимает в качестве параметров: fieldSheetShorts – полевую ведомость, speciesNames – массив наименований выбранных пород. Внутри метода SpeciesSelectChanged задается обращение к методу PlantingInfos[index].ChangeSpecies(speciesNames) — метод класса PlantingVM, принимающий передаваемые из полевой ведомости наименования пород. Метод ChangeSpecies вызывает метод UpdatingSpeciesInfo(speciesNames), который изменяет перечень пород в объекте PlantingInfos[index] класса PlantingVM.

На рис. 11 показан результат изменения наименования пород в форме «Характеристика насаждений до проведения рубки ухода» при выборе наименования пород в форме «Полевые ведомости», на вышеприведенном рис. 10.

Рис. 11. Форма «Характеристика насаждений до проведения рубки ухода» при выборе в форме «Полевые ведомости» наименования пород

Таким образом, в данной статье описаны требования к интерфейсу пользователя информационных систем проектирования рубок ухода, включающие в себя – «динамичность» форм ввода, «единичностью» ввода значений, «автосуммируемостью» значений для расчета итоговых значений вводимых параметров. Представлены скриншоты форм ввода исходных данных. На примере информационной системы «Лесокартограф» рассмотрены вопросы реализации требования к интерфейсу пользователя в программной среде Visual Studio C#.

Библиографический список

1. Об утверждении правил ухода за лесами : приказ Министерства природных ресурсов и экологии РФ № 627 от 22 ноября 2017 г. // СПС «КонсультантПлюс».
2. Руководство разработчика по работе с форматами 4.x электронных документов. Версия документа: 4.14. Федеральное агентство лесного хозяйства. — URL: https://rosleshoz.gov.ru/doc/documentation_4.14/.
3. METANIT.COM. Сайт о программировании. C# и WPV. — URL: <https://metanit.com/sharp/wpf/1.php>.
4. METANIT.COM. Сайт о программировании. C# и WPV. — URL: <https://metanit.com/sharp/wpf/22.1.php>.

Предлагается бизнес-проект по организации предприятия по утилизации компьютерной техники на территории Республики Коми. Предприятие предусматривается расположить в МО ГО «Ухта» на территории площадью 1500 м². Инженерное обеспечение проекта предусматривает использование двухвального шредера, молотковой дробилки, магнитного сепаратора, вихревого сепаратора, систем аспирации и фильтрации пыли. Первоначальные инвестиции в данный бизнес будут составлять 9,2 млн руб., при этом чистая прибыль предприятия будет составлять до 18 млн руб./год, окупаемость проекта — 0,56 мес.

Ключевые слова: бизнес-проект, компьютерная техника, инженерное обеспечение, расчеты, утилизация отходов

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

РАЗРАБОТКА БИЗНЕС-ПРОЕКТА УТИЛИЗАЦИИ ОТРАБОТАННОЙ КОМПЬЮТЕРНОЙ ТЕХНИКИ И ЕГО ИНЖЕНЕРНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

По статистике на каждого жителя европейского континента ежегодно приходится более 10 кг «электронного мусора». В это понятие входит содержимое системных блоков компьютеров, клавиатуры, мониторы, мини-компьютеры, планшеты, а также различная популярная оргтехника (рис. 1) [1, 2].



Рис. 1. Виды отработанной компьютерной техники

В 2021 г. мировые поставки традиционных персональных компьютеров достигли 93 млн ед., что на 1,0 % больше, чем в 2020 г. (рис. 2).

УРОВЕНЬ МИРОВЫХ ПОСТАВОК ПЕРСОНАЛЬНЫХ КОМПЬЮТЕРОВ В 2020 - 2021 ГОДАХ

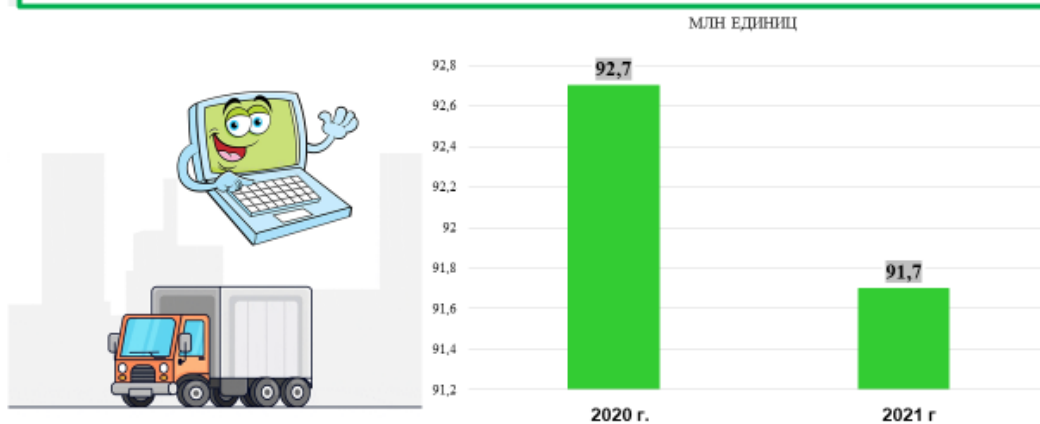


Рис. 2. Мировые поставки компьютеров

Существуют определенные запреты, которые необходимо соблюдать при сборе и хранении отработанной компьютерной техники (рис. 3).

ЗАПРЕТЫ ПРИ СБОРЕ И ХРАНЕНИИ ОТРАБОТАННОЙ КОМПЬЮТЕРНОЙ ТЕХНИКИ НА ТЕРРИТОРИИ РФ

- ЗАПРЕЩЕНО:** СКЛАДИРОВАНИЕ ОТХОДОВ ИЗ ПЛАСТМАСС ВБЛИЗИ ОТКРЫТЫХ ИСТОЧНИКОВ ОГНЯ И НАГРЕТЫХ ПОВЕРХНОСТЕЙ.
- ЗАПРЕЩЕНО:** СКЛАДИРОВАНИЕ ОТХОДОВ В ТАРУ, НЕ ПРЕДНАЗНАЧЕННУЮ ДЛЯ ХРАНЕНИЯ ТАКИХ ОТХОДОВ.
- ЗАПРЕЩЕНО:** СКЛАДИРОВАНИЕ ОТХОДОВ В НЕПРЕДНАЗНАЧЕННОМ ДЛЯ ЭТОГО МЕСТЕ.
- ЗАПРЕЩЕНО:** НАКОПЛЕНИЕ ОТХОДОВ БОЛЕЕ 11 МЕСЯЦЕВ.
- ЗАПРЕЩЕНО:** ПРЕВЫШЕНИЕ ПРИ НАКОПЛЕНИИ ОТХОДОВ УСТАНОВЛЕННЫХ НОРМАТИВОВ ОБРАЗОВАНИЯ ОТХОДОВ.

Рис. 3. Запреты при сборе и хранении отработанной компьютерной техники

Наиболее распространенная схема утилизации отработанной компьютерной техники показана на рис. 4. Видно, что после первичного демонтажа выделяется пять категорий отходов: черный металл, цветной металл, пластмассы, не перерабатываемый лом, радиодетали.



Рис. 4. Традиционная схема утилизации отработанной компьютерной техники

В составе компьютерной техники содержится до 25 % меди, 20 % железа, 14 % алюминия. Есть золото, серебро и прочие компоненты. Все эти металлы при правильном извлечении можно использовать в качестве вторичного сырья, продавать специализированным организациям и получать прибыль.

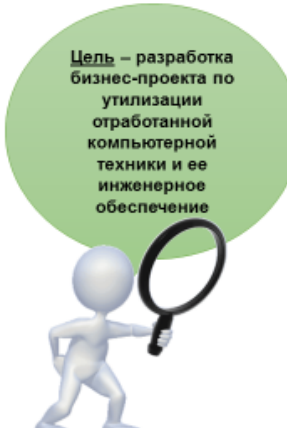
На территории г. Сыктывкара работают 3 организации, занимающиеся утилизацией компьютерной техники. Они располагаются в Эжвинском районе, п. Нижний Чов и самом Сыктывкаре. Этого недостаточно для налаживания процессов утилизации компьютерной техники, устаревающей через 4—5 лет и списываемой в огромном количестве (рис. 5).



Рис. 5. Месторасположение организаций, занимающихся утилизацией компьютерной техники

В связи с вышесказанным, цель предлагаемой работы и ее задачи представлены на рис. 6.

ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ РАБОТЫ



Цель – разработка бизнес-проекта по утилизации отработанной компьютерной техники и ее инженерное обеспечение

Основные задачи:

1. Проанализировать динамику образования отработанной компьютерной техники в мире, России и Республике Коми.
2. Рассмотреть распространенные технологические схемы утилизации отработанной компьютерной техники.
3. Разработать бизнес-план по утилизации отработанной компьютерной техники в Республике Коми, определить этапы его реализации.
4. Подобрать выгодное месторасположение предприятия.
5. Предложить структурные подразделения предприятия.
6. Предложить технологическую схему утилизации отработанной компьютерной техники и оборудование.
7. Обеспечить инженерное обеспечение бизнес-проекта.
8. Обеспечить экологическую безопасность виртуального предприятия.

Рис. 6. Цель и задачи работы

Предлагаемый бизнес-план включает название инвестиционного проекта, обоснование его значимости, обоснование положительного эффекта для общества и экономики, соответствие проекта нормативно-законодательной базе РФ, обоснование финансовых прогнозов и рынков сбыта (рис. 7) [3].

РАЗРАБОТКА БИЗНЕС-ПЛАНА ПО УТИЛИЗАЦИИ ОТРАБОТАННОЙ КОМПЬЮТЕРНОЙ ТЕХНИКИ В РЕСПУБЛИКЕ КОМИ



<p>Название инвестиционного проекта</p> <ul style="list-style-type: none"> • БИЗНЕС-ПРОЕКТ СОЗДАНИЯ ОРГАНИЗАЦИИ ПО УТИЛИЗАЦИИ ОТРАБОТАННОЙ КОМПЬЮТЕРНОЙ ТЕХНИКИ
<p>Обоснование значимости проекта</p> <ul style="list-style-type: none"> • УТИЛИЗАЦИЯ КОМПЬЮТЕРНОЙ ТЕХНИКИ НА ПОЛИГОН ЗАПРЕЩЕНА ЗАКОНОДЕТЕЛЬСТВОМ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
<p>Обоснование положительного эффекта для общества и экономики</p> <ul style="list-style-type: none"> • ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ЗАЩИТА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ И ПОЛУЧЕНИЕ ПРИБЫЛИ
<p>Обоснование соответствия проекта экологическому законодательству</p> <ul style="list-style-type: none"> • СООТВЕТСТВИЕ НОРМАТИВНО-ЗАКОНОДАТЕЛЬНЫМ АКТАМ
<p>Обоснование финансовых прогнозов, анализ рынка продукции</p> <ul style="list-style-type: none"> • В ХОДЕ РАЗРАБОТКИ БИЗНЕС-ПРОЕКТА

Рис. 7. Название бизнес-плана и обоснование его значимости

Структурными элементами бизнес-плана является резюме проекта, его описание, продукция, финансовый план и анализ рисков (рис. 8).

ОСНОВНЫЕ СТРУКТУРНЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ БИЗНЕС-ПЛАНА



Рис. 8. Структурные элементы бизнес-плана

Основными участниками бизнес-проекта будут организации, желающие утилизировать компьютерную технику; предприятия, занимающиеся непосредственно утилизацией, аффинажные заводы и банки, вкладывающие деньги в перспективные идеи.

Для реализации чистого производства на виртуальном предприятии необходимо определить цель и задачи проекта, выработать критерии оценки состояния действующих производств, подобрать методы оценки, разработать бизнес-план и провести его комплексную оценку, выявить экологические проблемы в этой отрасли, сгенерировать новые идеи, получить инвестиции, внедрить бизнес-план и оценить результаты внедрения (рис. 9).

ЭТАПЫ РЕАЛИЗАЦИИ БИЗНЕС-ПРОЕКТА



Рис. 9. Этапы реализации бизнес-проекта

Поскольку на территории МО ГО «Сыктывкар» находится достаточное количество предприятий, занимающихся утилизацией компьютерной техники, то виртуальное предприятие предлагается расположить в другом городе республики — г. Ухта. Там отсутствуют организации такого рода деятельности. Это означает, что спрос на услуги утилизации компьютерной техники будет высоким.

Для того, чтобы разместить все необходимые подразделения предприятия площадь производственного комплекса и прилегающей территории должна составить около 1500 м². На предприятии предусматривается пункт приема компьютерной техники, сортировочный цех, производственный цех, гараж, склад готовой продукции, администрация (рис. 10).



Рис. 10. Расположение структурных подразделений предприятия

Первым этапом утилизации отработанной компьютерной техники является снятие компьютеров с баланса предприятия и проведение оценки их технического состояния (рис. 11). Затем оформление акта технического состояния, на основании которого в дальнейшем оформляется «Акт списания основных средств» (по форме № ОС-4). Далее заказывается вывоз таких компьютеров специализированной утилизирующей компанией на основании заключенного договора на утилизацию. Транспортировка осуществляется на специально сертифицированной для таких целей машине.



Рис. 11. Этапы работы предприятия

Предлагаемая технологическая схема утилизации компьютерной техники будет включать сортировку сырья, его переработку с получением металлических деталей, их переплавку, измельчение в крошку, сортировку на пластиковые и металлические частицы, которые при помощи магнитной сепарации делят металлы на черные и цветные, подвергающиеся аффинажу с извлечением золота и серебра (рис. 12).



Рис. 12. Предлагаемая технологическая схема утилизации отработанной компьютерной техники

Инженерная защита окружающей среды в бизнес-проекте предусматривает использование для измельчения компьютерного сырья двухвального шредера, молотковой дробилки; разделение металлов при помощи магнитного сепаратора (рис. 13).

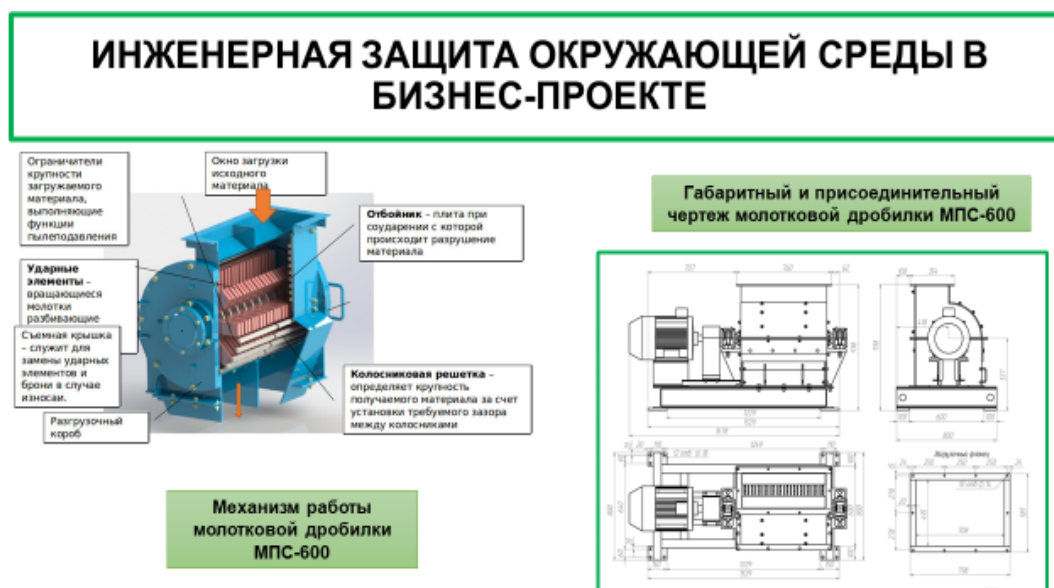


Рис. 13. Инженерная защита окружающей среды при утилизации компьютерной техники

Расчеты параметров молотковой дробилки показывают, что наиболее приемлемой будет дробилка МПС-600 с расчетной производительностью до 2 т/ч, входящей фракцией 150 мм, а выходящей меньше 5 мм. Длина ротора 900 мм, длина молотка 230 мм, диаметр ротора — 450 мм (рис. 14).

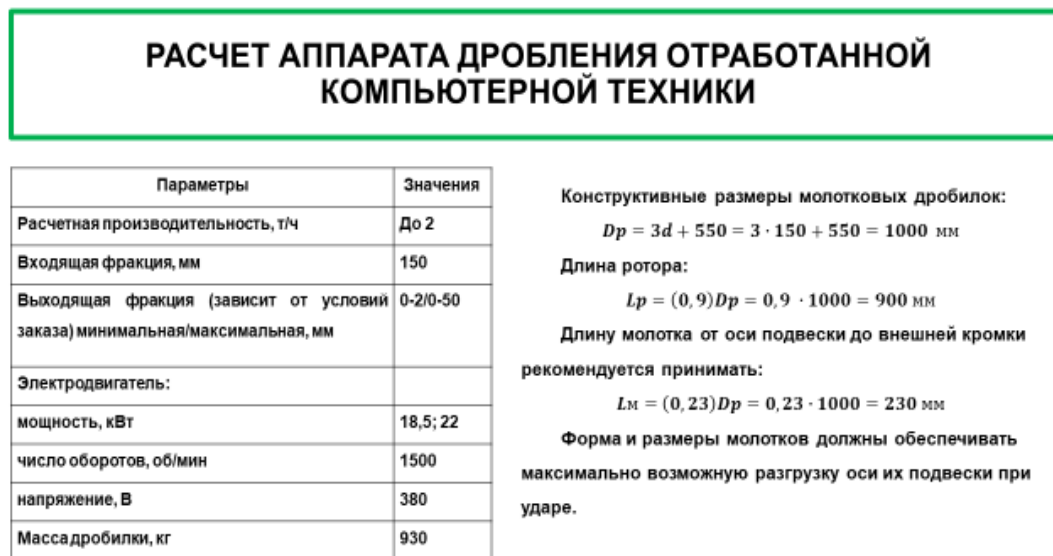


Рис. 14. Расчет аппарата дробления для утилизации отработанной компьютерной техники

Продукцией предприятия будут пластмассы, металлы и радиодетали.

В связи с тем, что предприятие по утилизации компьютерной техники по степени воздействия на окружающую среду относится к предприятиям 4 категории обеспечение экологической безопасности будет осуществляться по короткой схеме без разработки КЭР и подачи Декларации о НВОС. Для такого предприятия потребуется постановка на государственную учет, паспортизация отходов 1—4 классов опасности, учет отходов и сдача отчета по форме 2-ТП (отходы) (рис. 15) [4].

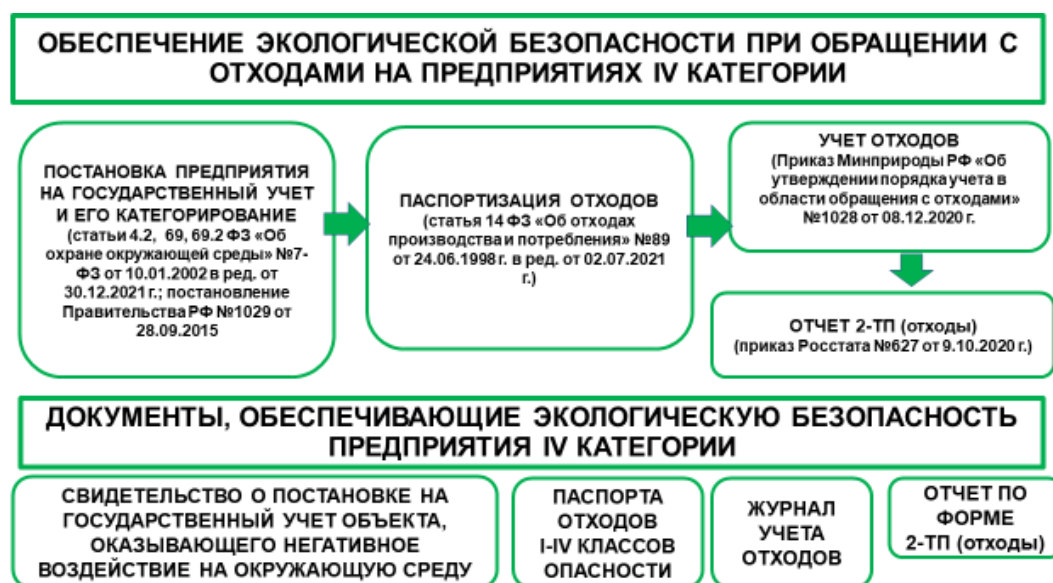


Рис. 15. Обеспечение экологической безопасности на предприятии IV категории

Расчет технико-экономических показателей по обоснованию создания виртуального предприятия по утилизации отработанной компьютерной техники, свидетельствует: первоначальные инвестиции в данный бизнес будут составлять 9,2 млн руб., при этом чистая прибыль предприятия от продажи драгоценных металлов, извлекаемых из плат, будет составлять до 18 млн руб./год, а в целом, за счет дополнительной продажи сырья заводам — 18,6 млн руб. Рентабельность капитальных вложений — 180 %, а окупаемость проекта — 0,56 мес. (рис. 16).

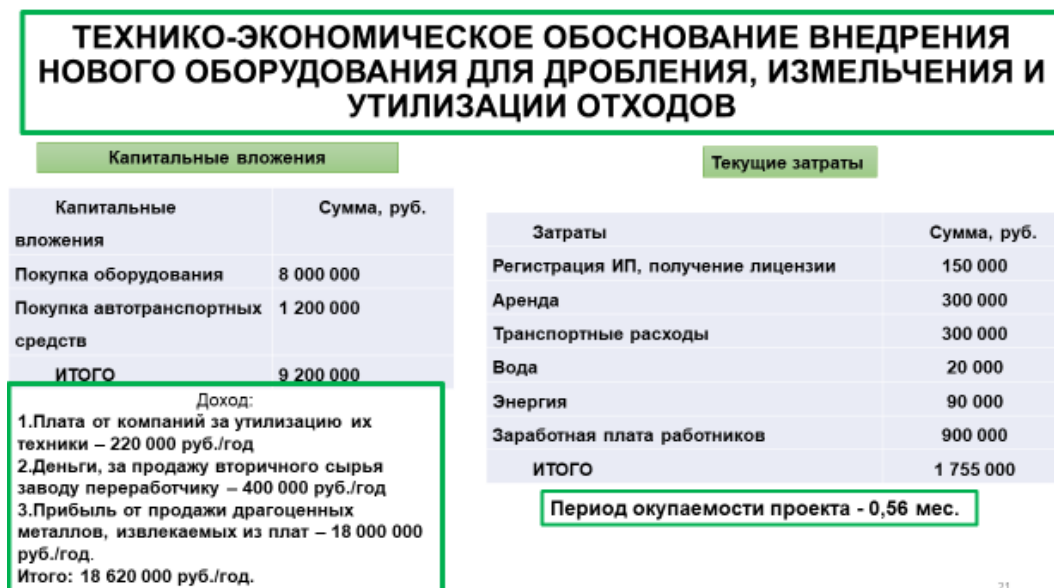


Рис. 16. Техничко-экономические показатели предлагаемого бизнес-проекта

Таким образом, предприятие по утилизации компьютерной техники предусматривается расположить в г. Ухте, продукцией предприятия будут металлы, пластмасса, радиодетали. Расчеты параметров молотковой дробилки показывают, что наиболее приемлемой будет дробилка МПС-600 с расчетной производительностью до 2 т/ч, входящей фракцией 150 мм, а выходящей меньше 5 мм. Длина ротора 900 мм, длина молотка 230 мм, диаметр ротора — 450 мм.

В целом деятельность предприятия будет соответствовать нормативно-законодательной базе РФ.

Библиографический список

1. Утилизация компьютеров — необходимость, обусловленная уровнем развития человека // Журнал о качестве жизни : [сайт]. — URL: <https://greenologia.ru/utilizaciya-texniki/ofisnaya/kompyutery/utilizaciya-kompyutеров.html> (дата обращения: 15.05.2023).
2. Необходимость утилизации компьютерной техники // «VtorOthodi.ru» Сайт о переработке отходов : [сайт]. — URL: <https://onlineecology.com/doc/72b5c7b1-cb70-411a-8055-54090bf95ea3/> (дата обращения: 17.05.2023).
3. Коньк О. А. Методология и практика чистого производства : учеб. пособие : самостоятельное учебное электронное издание / О. А. Коньк ; Сыкт. лесн. ин-т. — Сыктывкар : СЛИ, 2018. — URL:<http://lib.sfi.komi.com> (дата обращения 15.05.2023).
4. Коньк, О. А. Экологическая безопасность промышленных предприятий : учеб. пособие / О. А. Коньк, Т. В. Шахова, П. В. Мусихин ; Сыкт. лесн. ин-т. — Сыктывкар : СЛИ, 2018. — URL: <http://lib.sfi.komi.com>. (дата обращения: 25.04.2023).

За последние 5 лет в Республике Коми возникло 815 лесных пожаров на общей площади 66 тыс. га, в основном это — низовые пожары. Суммарный ущерб, нанесенный окружающей среде пожарами за последние 5 лет, составил 2,9 млрд руб. Система управления лесными пожарами в ГАУ РК «Коми лесопожарный центр» представляет собой сложный процесс взаимодействия 8 авиаотделений, 5 пожарно-химических станций III типа, региональной диспетчерской службы. В связи с этим, необходимо проанализировать как обеспечивается пожарная безопасность и охрана труда работников при тушении лесных пожаров в конкретном лесопожарном центре.

Ключевые слова: безопасность, лес, охрана труда, пожар, причины, расчеты, ущерб окружающей среде

О. А. Конык,

кандидат технических наук, доцент;

С. Ю. Васильев,

студент 3 курса направления подготовки «Техносферная безопасность»

(Сыктывкарский лесной институт)

ОБЕСПЕЧЕНИЕ ПОЖАРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ И ОХРАНА ТРУДА РАБОТНИКОВ ПРИ ТУШЕНИИ ЛЕСНЫХ ПОЖАРОВ

За последние пять лет, в Республике Коми возникло 815 лесных пожаров, ежегодно возникает от 21 до 444 лесных пожаров, а в среднем за пожароопасный сезон — 163 лесных пожара. Максимальная площадь, пройденная огнем, приходится на пожароопасный сезон 2022 г. и составляет 57000 га (рис. 1) [1].



Рис. 1. Динамика возникновения лесных пожаров за 8 лет

Различают две группы причин, вызывающих лесные пожары в России — антропогенные и естественные. Курение, костры, сжигание мусора, поджоги, дорожно-транспортные происшествия — все это результат необдуманных поступков людей (рис. 2).



Рис. 2. Причины возникновения лесных пожаров в России

В Республике Коми до 60 % пожаров происходит по вине местного населения, 40 % вносят свой вклад грозы (рис. 3).

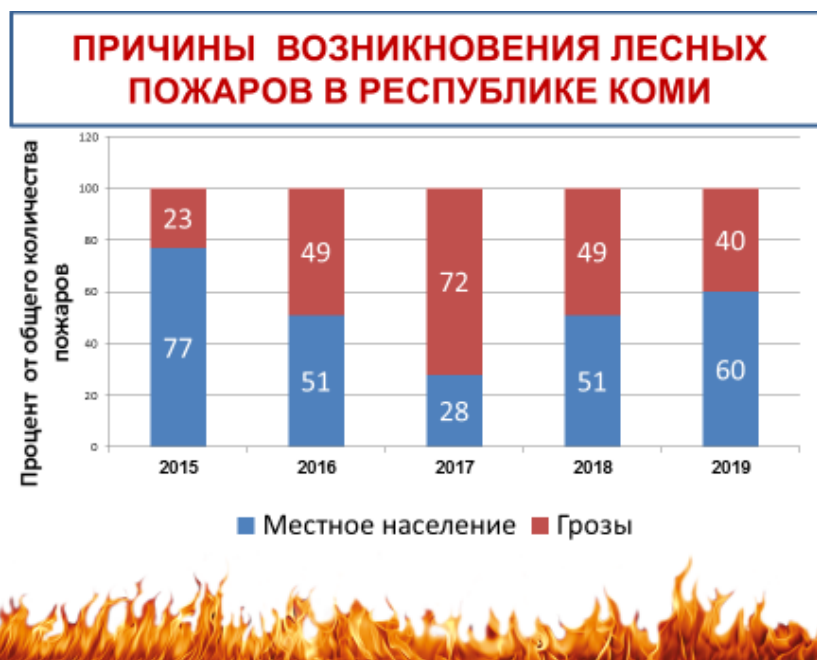


Рис. 3. Причины возникновения лесных пожаров в Республике Коми

Лесные пожара делятся на 3 типа: верховые, низовые, подземные или торфяные. В свою очередь низовые и верховые пожары делятся на устойчивые и беглые (рис. 4).



Рис. 4. Виды лесных пожаров

Последствия лесных пожаров делятся на три типа: экологические, экономические и социальные (рис. 5).



Рис. 5. Виды лесных пожаров

К экологическим относятся: загрязнение атмосферы, уничтожение лесных ресурсов, эрозия почв, гибель почвенных микроорганизмов, нанесение непоправимого ущерба среде обитания некоторых видов растений и животных [2].

К экономическим последствиям относятся траты на тушение лесных пожаров и ликвидация последствий лесных пожаров.

К социальным последствиям относят гибель людей, ухудшение здоровья людей с респираторными и аллергическими заболеваниями ввиду большой задымлённости.

Лесной пожар может распространяться по фронту, флангам и тылу. Скорость распространения лесных пожаров зависит от скорости ветра, погодных условий, времени суток (рис. 6).



Рис. 6. Элементы лесного пожара

К параметрам лесных пожаров относятся: скорость распространения огня, высота пламени. Для подземных пожаров основным параметром является глубина прогорания.

Тушение, предупреждение лесных пожаров на территории Республики осуществляет Государственное автономное учреждение Республики Коми «Коми региональный лесопожарный центр» [4].

В состав лесопожарного центра в настоящее время входят 8 авиаотделений, непосредственно выполняющих работы по тушению лесных пожаров, осуществлению отдельных мер пожарной безопасности и выполнению работ, связанных с дополнительной деятельностью. В состав 4-х авиаотделений входят 5 ПХС III типа (рис. 7).

Цель предлагаемой работы: анализ обеспечения пожарной безопасности и охраны труда работников при тушении пожаров в ГАУ РК «Коми региональный лесопожарный центр».

Личный состав ГАУ РК «Коми региональный лесопожарный центр» представлен административно-управленческим персоналом — 34 чел., летчиками-наблюдателями — 12 чел., доминируют работники парашютно-пожарных команд — 58 чел. и работники наземного пожаротушения — 76 чел. (рис. 8).



Рис. 7. Структурные подразделения ГАУ РК «Коми региональный лесопожарный центр»

**СТРУКТУРА ЛИЧНОГО СОСТАВА
ГАУ РК «КОМИ ЛЕСОПОЖАРНЫЙ ЦЕНТР»**



Рис. 8. Структура личного состава ГАУ РК «Коми региональный лесопожарный центр»

Систему управления лесными пожарами в ГАУ РК «Коми региональный лесопожарный центр» можно представить в виде четырех основных направлений:

- 1) борьба с лесными пожарами;
- 2) мониторинг лесных пожаров;
- 3) ликвидация последствий лесных пожаров;
- 4) предупреждение лесных пожаров и подготовительные работы.

У каждого блока есть свои подсистемы и функции. Например, в подсистеме «Тушение лесных пожаров» лесопожарному центру необходимо реализовать следующие функции:

- разведка возникновения пожара;
- остановка продвижения огня;
- локализация пожара;
- дотушивание;
- окарауливание;
- ликвидация.

Для обеспечения пожарной безопасности в ГАУ РК «Коми региональный лесопожарный центр» предусмотрено использование нормативно-законодательных документов федерального и регионального уровня (рис. 9).

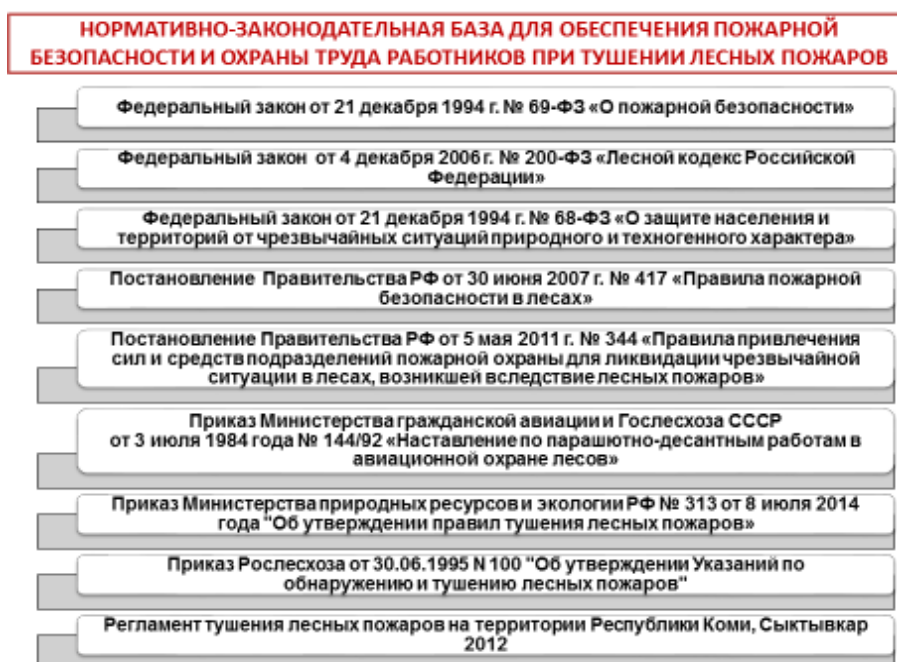


Рис. 9. Нормативно-законодательная база для обеспечения пожарной безопасности и охраны труда работников при тушении лесных пожаров

Для обеспечения пожарной безопасности и охраны труда работников ГАУ РК «Коми лесопожарный центр» были разработаны инструкции, обязательные к исполнению всеми работниками организации (рис. 10) [5].

В Лесопожарном центре существует ряд неукоснительных требований к охране труда при тушении лесных пожаров (рис. 11) [6]. Например, к тушению лесных пожаров не допускаются инвалиды, молодёжь до 18 лет, женщины и лица, имеющие физические недостатки. Все работники должны иметь СИЗ.

Количество несчастных случаев, произошедших в ГАУ РК «Коми лесопожарном центре», представлены на рис. 12.

Заслуживает внимание 1 случай, который произошел с парашютистом-пожарным при выполнении тренировочного прыжка. Он не выполнил резкого толчка рук и ног при отделении от самолета, начал вращаться в воздухе, не предпринял никаких мер для устранения вращения. Произошел закрут строп основ-

ного купола. Снижение происходило со скоростью примерно более 5 м/с. Пострадавший потерял контроль над временем и поздно ввел в действие запасной парашют — около 50 м от земли, поэтому с высоты примерно 30—40 м произошло падение парашютиста-пожарного на площадку приземления. Не разбился, но пострадал. Различные комиссии анализировали этот случай несколько месяцев.

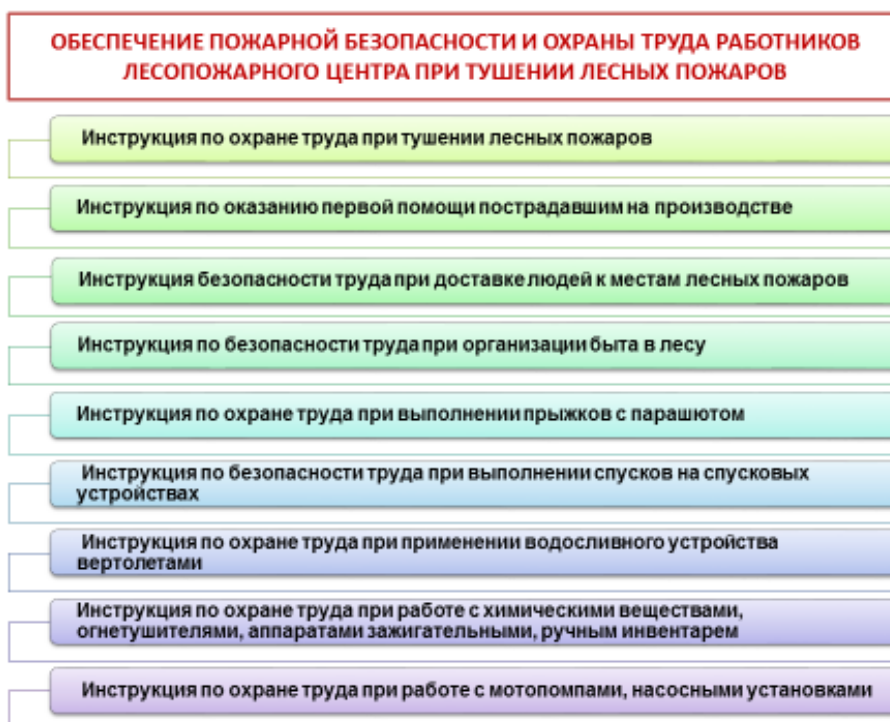


Рис. 10. Обеспечение пожарной безопасности и охрана труда работников лесопожарного центра



Рис. 11. Охрана труда при тушении лесных пожаров работниками лесопожарного центра



АНАЛИЗ НЕСЧАСТНЫХ СЛУЧАЕВ ПРИ РАБОТЕ ПОДРАЗДЕЛЕНИЙ ГАУ РК «КОМИ ЛЕСОПОЖАРНЫЙ ЦЕНТР»



Рис. 12. Анализ несчастных случаев в лесопожарном центре

Алгоритм тушения лесного пожара включает пять стадий [3]:

- 1) возникновение и начальная стадия развития;
- 2) снижение активности развития;
- 3) частичное прекращение распространение огня;
- 4) полное прекращение распространения огня;
- 5) ликвидация лесного пожара.

Выбор способов и технических средств для тушения пожаров зависит от вида, силы и скорости распространения пожара, природной обстановки, наличия сил и средств пожаротушения и намеченных приемов тушения (рис. 13).

СПОСОБЫ ТУШЕНИЯ ЛЕСНЫХ ПОЖАРОВ В ГАУ РК «КОМИ ЛЕСОПОЖАРНЫЙ ЦЕНТР»



Рис. 13. Способы тушения лесных пожаров в лесопожарном центре

Всю лесопожарную технику по характеру выполнения ею технологических операций по борьбе с лесными пожарами можно разделить на шесть групп (рис. 14).



Рис. 14. Техника и оборудование для тушения лесных пожаров в лесопожарном центре

Выбор техники и оборудования для тушения лесных пожаров зависит места возникновения пожара, удалённости от дорог, наличия водоёмов, типа лесорастительных условий.

При различных классах пожарной опасности изменяется тип патрулирования и их продолжительность. Чем выше класс пожарной опасности, тем дольше производится, как наземное патрулирование, так и авиационное. При IV и V классах ПО все силы и средства находятся в постоянной готовности к выезду на пожар (рис. 15).



Рис. 15. Работа авиаотделений и наземных служб в зависимости от степени пожарной опасности

Для повышения скорости тушения и облегчения процесса пожаротушения предлагается закупить в компании научно-производственного объединения «Современные пожарные технологии» ранцевое устройство пожаротушения «Пурга», которое под воздействием струи воды, водных растворов или воздушно-механической пены подавляет пожар (рис. 16) [7]. Количество таких устройств планируется в различных подразделениях лесопожарного центра по необходимости.

ТЕХНИЧЕСКОЕ ПРЕДЛОЖЕНИЕ ДЛЯ УЛУЧШЕНИЯ РАБОТЫ ПО ПРЕДОТВРАЩЕНИЮ И ТУШЕНИЮ ЛЕСНЫХ ПОЖАРОВ В ГАУ РК «КОМИ ЛЕСПОЖАРНЫЙ ЦЕНТР»



Ранцевое устройство пожаротушения "Пурга" (РУП "Пурга") предназначено для подачи к месту загорания и активного тушения лесных пожаров воздушно-механической пены



С помощью данного устройства можно также обеспечивать создание опорной и заградительной полосы для пуска встречного огня, используя растворы химикатов или воздушно-механической пены.

Быстротвердеющая пена формируется в процессе гидродинамического перемешивания 2 жидких компонентов (А и Б) и воздуха	Воздушно-механическая пена выдерживает температуру свыше 1000°С без каких-либо разрушений	Емкость – 18 л, цена быстротвердеющей пены – 60 руб./л	Подача воздушно-механической пены происходит с расходом 1 л/с на расстояние 12-16 м.	Стоимость ранцевого устройства пожаротушения «Пурга» 25 500 руб.
--	---	--	--	--

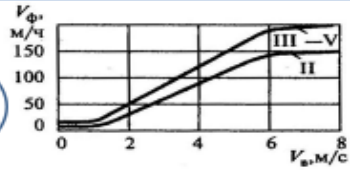
Рис. 16. Техническое предложение для улучшения работы по предотвращению и тушению лесных пожаров

Расчет сил и средств, необходимых для тушения пожара показал, что лесной пожар, возникший за 2 часа до начала тушения, при II классе пожароопасности и скорости ветра 4 м/с разрастется до 2,96 га. Для тушения такого пожара требуется команда пожарных численностью от 3 до 12 чел. с использованием средств тушения, а также 1 или 2 ед. пожарной техники (рис. 17).

РАСЧЁТ СИЛ И СРЕДСТВ ДЛЯ ТУШЕНИЯ ЛЕСНЫХ ПОЖАРОВ

Исходные данные условного лесного пожара:

- ❖ скорость ветра – 4 м/с;
- ❖ класс пожарной опасности – II;
- ❖ время свободного распространения пожара – 2 часа.



V_{ϕ} — скорость распространения фронта пожара

Площадь пожара определим по формуле (1):

$$S = 4 \times (4 \times V_{\phi} + 0.07)^2 \times T^2 \quad (1)$$

где V_{ϕ} – среднесуточная скорость распространения кромки пожара по фронту, км/ч;

T – время свободного распространения пожара (до начала тушения).

Подставляя принятые значения, получим:

$$S = 4 \times (4 \times 0.09 + 0.07)^2 \times 2^2 = 2.96 \text{ га}$$

Площадь смоделированного пожара – 2.96 га, следовательно он относится к категории малых лесных пожаров и для его тушения необходима команда пожарных численностью от 3 до 12 человек с использованием средств тушения, а так же 1 или 2 единицы пожарной техники.

Рис. 17. Расчет сил и средств для тушения лесных пожаров

При расчёте времени тушения участка кромки крупного лесного пожара протяженностью 1000 м десятию рабочими с помощью ручных инструментов (грабли, мотыги, лопаты) было установлено, что бригада обработает кромку за 88 мин (рис. 18).

РАСЧЁТ ВРЕМЕНИ ТУШЕНИЯ УЧАСТКА КРОМКИ КРУПНОГО ЛЕСНОГО ПОЖАРА РАБОЧИМИ С РУЧНЫМИ ИНСТРУМЕНТАМИ

Для проведения расчётов необходимо взять следующие исходные данные:

- протяженность участка кромки, закрепленной за бригадой – 1000 метров;
- средняя скорость производительности одного рабочего при тушении ручным инструментом (лопаты, грабли, мотыги) – 60 м/ч или 1 м/мин;
- количество тушителей на кромке лесного пожара – 10 человек;
- средняя скорость передвижения рабочих по лесу при переходе с одного участка на другой – 30 м/мин;
- скорость передвижения кромки лесного пожара – 2 м/мин

Время тушения участка кромки считается по следующей формуле (2):

$$t_{\text{туш}} = \frac{S(n-1)}{nV_{\text{инст}}} + \frac{S}{v \sqrt{v^2 - v_{\text{кр}}^2}} \quad (2)$$

где n – количество тушителей на кромке пожара, чел;
 S – протяженность кромки, закрепленной за данной бригадой, м;
 V – средняя скорость производительности одного рабочего при тушении ручным инструментом, м/мин;
 $V_{\text{пер}}$ – средняя скорость передвижения рабочих по лесу при переходе с одного участка на другой, м/мин;
 $V_{\text{кр}}$ – скорость передвижения кромки лесного пожара, м/мин.

Подставляя данные для расчета в формулу, находим время тушения:

$$t_{\text{туш}} = \frac{1000 \times (10-1)}{10 \times 60} + \frac{1000}{10 \sqrt{10^2 - 2^2}} = 88 \text{ минут.}$$

В результате вычислений установлено, что бригада тушителей из 10 человек при помощи лопат, грабель и мотыг обработает кромку лесного пожара длиной 1000 м за 88 минут.

Рис. 18. Расчет времени тушения участка кромки крупного лесного пожара

Ущерб, нанесённый окружающей среде, лесным пожаром рассчитывается как сумма ущербов от: потерь древесины на корню, повреждения молодняков естественного и искусственного происхождения, повреждения лесным пожаром ресурсов побочного лесопользования, вреда, причиненного лесным пожаром окружающей природной среде, ущерба от загрязнения атмосферы, ущерба от гибели растений и животных (рис. 19).

РАСЧЁТ УЩЕРБА, НАНЕСЕННОГО ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЕ, ЛЕСНЫМ ПОЖАРОМ



Рис. 19. Расчет ущерба, нанесенного окружающей среде, лесным пожаром

В результате суммарный ущерб, нанесенный окружающей среде пожарами на площади 66 тыс. га за последние 5 лет, составил 2,9 млрд руб.

Таким образом, за последние 5 лет в Республике Коми возникло 815 лесных пожаров на общей площади 66 тыс. га, в основном это низовые пожары. Суммарный ущерб, нанесенный окружающей среде пожарами на площади 66 тыс. га за последние 5 лет, составил 2,9 млрд руб.

Система управления лесными пожарами в ГАУ РК «Коми Лесопожарный центр» представляет собой сложный процесс взаимодействия 8 авиаотделений, 5 пожарно-химических станций III типа, региональной диспетчерской службы. Обеспечение пожарной безопасности и охрана труда работников при тушении пожаров в лесопожарном центре осуществляется в соответствии с нормативно-законодательной базой и инструкциями. Для улучшения работы персонала при тушении низовых пожаров предлагается закупить в научно-производственном объединении «Современные пожарные технологии» ранцевые устройства пожаротушения «Пурга».

Библиографический список

1. Лесные пожары Республики Коми : [сайт] URL: <http://gis.rkomi.ru/fires> (дата обращения: 24.04.2023).
2. Лесные пожары и их влияние на экологию // Дыши свободно.ру : [сайт] URL: <http://www.dishisvobodno.ru/lesnye-pozhary-i-ix-vliyanie-na-ekologiyu.html> (дата обращения: 25.04.2023).
3. Основы тушения лесных пожаров // Пожарная безопасность : [сайт]. — URL: <https://pzharnaya-bezopasnost.ru/osnovyi-tusheniya-lesnyix-pozharov> (дата обращения: 25.04.2023).
4. Коми региональный лесопожарный центр : [сайт]. — URL: <http://www.aviales-rkomi.ru/> (дата обращения: 26.04.2023).
5. О пожарной безопасности : федер. закон от 21.12.1994 № 69-ФЗ : // СПС «КонсультантПлюс» (дата обращения: 25.04.2023).
6. Сборник инструкций по охране труда : [док. внутреннего пользования] / ГАУ РК «Коми лесопожарный центр». — Сыктывкар, 2013. — 57 с.
7. Ермак РП-18 — Ранцевый лесной огнетушитель корпус резиновый гидропульт металлический. // Импульс безопасности : [сайт]. — URL: <http://www.pojbez.ru/catalog/22-lesnoe/ermak-rp18.php> (дата обращения: 28.04.2023).

Экологический аудит обращения с отходами на деревообрабатывающем предприятии ООО «СевЛесПил» свидетельствует, что в процессе осуществления производственной деятельности образуются отходы производства II–V классов опасности 21 наименования в количестве 36 тыс. т/год. Доминируют отходы V класса опасности 9 наименований, среди которых выделяются зола от сжигания древесного топлива — 4 800 т/год, мусор и смет производственных помещений — 30 000 т/год. Ущерб, нанесенный окружающей среде при обращении с отходами, почти в 224 раза превышает плату за размещение отходов III–V классов опасности на территории предприятия.

Ключевые слова: деревообработка, отходы производства, обращение с отходами, ущерб окружающей среде, экологическая безопасность, экологический аудит

О. А. Конык,
кандидат технических наук, доцент;
В. С. Жерлыгин,
выпускник направления подготовки «Техносферная безопасность»
(Сыктывкарский лесной институт)

ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ АУДИТ ОБРАЩЕНИЯ С ОТХОДАМИ НА ДЕРЕВООБРАБАТЫВАЮЩЕМ ПРЕДПРИЯТИИ ООО «СЕВЛЕСПИЛ»

Лесопильное производство традиционно сосредоточено преимущественно в странах северного лесного пояса, поскольку подавляющая часть пиломатериалов вырабатывается из хвойных пород, древесина которых в наибольшей степени отвечает требованиям главной сферы потребления — строительства. В целом по миру на хвойные пиломатериалы приходится около 70 % производства, на лиственные — свыше 30 %. Лиственные пиломатериалы лучше подходят для отделочных работ и мебельного производства, хотя во многих развивающихся странах они выступают строительным материалом ввиду отсутствия хвойной древесины.

Объемы производства пиломатериалов в Российской Федерации ежегодно растут и в последнее время находятся на уровне 30 тыс. куб. м [1].

В Республике Коми наблюдается аналогичная ситуация и объемы производства выросли с 775 куб. м (2015 г.) до 1430 куб. м (2022 г.) [2].

Основные деревообрабатывающие предприятия в Республике — ООО «Лузалес», Сыктывкарский деревообрабатывающий комбинат и ООО «СевЛесПил».

Любое деревообрабатывающее предприятие при производстве своей продукции загрязняет окружающую среду выбросами древесной пыли, образует различные отходы производства и потребления.

В связи с этим, целесообразно проанализировать степень загрязнения объектов окружающей среды отходами производства на одном из деревообрабатывающих предприятий.

Цель данной работы: провести экологический аудит обращения с отходами на деревообрабатывающем предприятии ООО «СевЛесПил».

Задачи, которые необходимо решить, показаны на рис. 1.

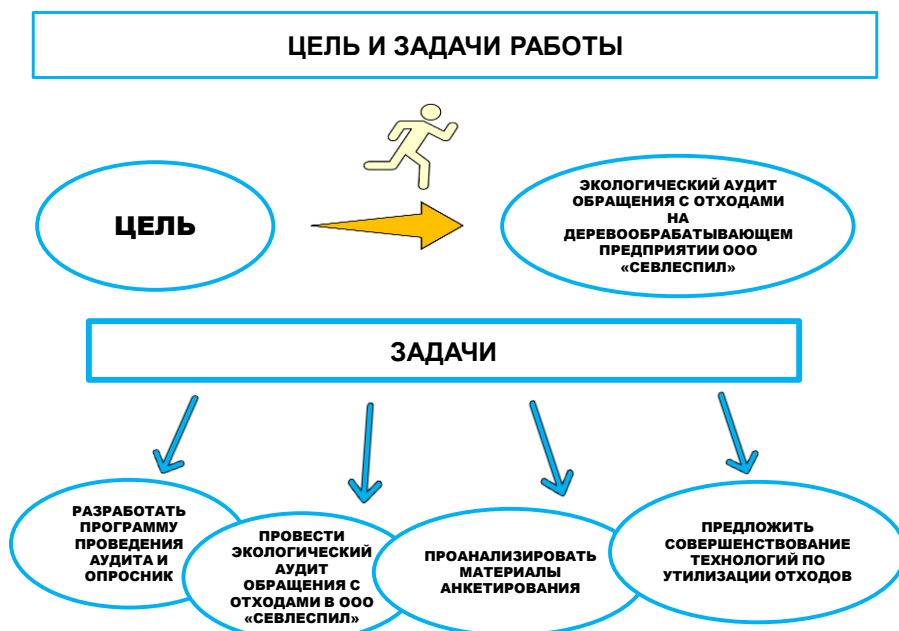


Рис. 1. Цель и задачи работы

Аудируемое предприятие расположено по адресу: Эжвинский район г. Сыктывкара, ул. Лесная, д. 2/4. Структурными подразделениями предприятия являются: производственный цех, включающий лесозаготовительный участок, цех лесопиления, цех повторной обработки материалов, цех приемки сырья и сортировки, а также вспомогательные подразделения [3].

Основными видами деятельности ООО «СевЛесПил» являются: лесозаготовка, лесопиление, деревообработка; производство и сбыт лесопродукции и пиломатериалов; осуществление торгово-закупочной, сбытовой и внешнеэкономической деятельности.

Технологический процесс производства пиломатериалов показан на рис. 2.

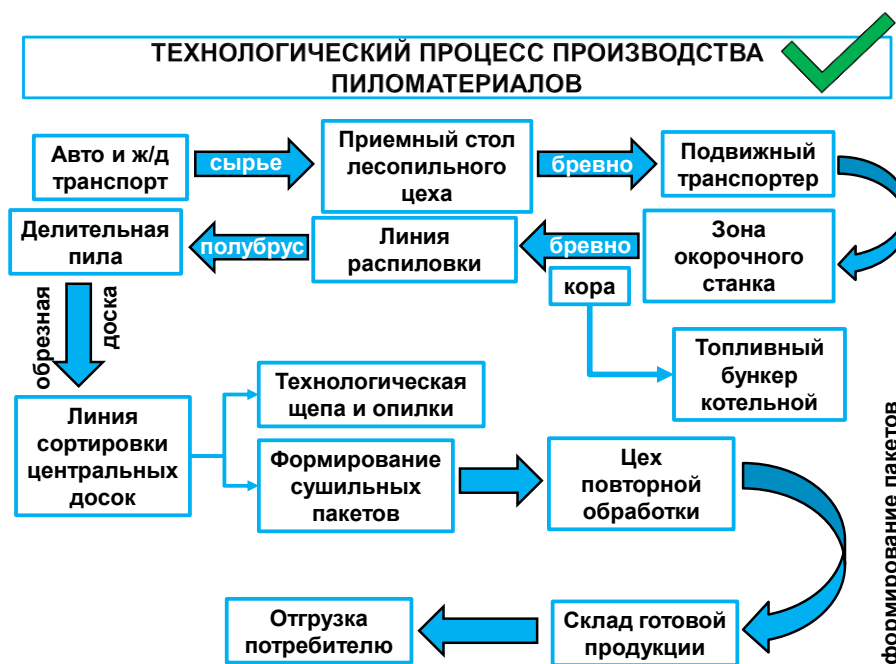


Рис. 2. Технологический процесс производства пиломатериалов в ООО «СевЛесПил»

Оборудование, используемое для производства пиломатериалов, включает ориентирующее устройство, фрезерный, резательный и кромкообрезной станки, линию сортировки досок (рис. 3).



Рис. 3. Оборудование, используемое в ООО «СевЛесПил» для производства пиломатериалов

Продукция ООО «СевЛесПил» разнообразна, она включает обрезную доску, доску пола, строганую доску, блок-хаус и другие пиломатериалы (рис. 4).



Рис. 4. Продукция ООО «СевЛесПил»

Самой востребованной является обрезная доска.

Экологический аудит обращения с отходами в ООО «СевЛесПил» происходил в три этапа (рис. 5) [4]:

- 1) подготовительный,
- 2) основной и
- 3) заключительный.



Рис. 5. Программа проведения экологического аудита на предприятии

На подготовительном этапе заключался договор между аудиторской фирмой и аудируемым предприятием, комплектовалась команда аудиторов, проводился инструктаж по технике безопасности, выдавалась спецодежда, с руководством предприятия составлялся предварительный план экоаудита.

На втором этапе предусматривался непосредственно аудит документов [5, 6], анкетирование сотрудников, инвентаризация мест образования отходов, их сбора и хранения.

На третьем этапе осуществлялся анализ полученных результатов и составление экоаудиторского заключения.

С целью создания общественного мнения в области обращения с отходами была разработана анкета и проанкетировано 30 чел., из них начальники подразделений — 4 чел., ИТР — 12 чел., работники предприятия — 14 чел. (рис. 6).

С целью создания общественного мнения в области обращения с отходами была разработана анкета и проанкетировано 30 чел., из них, начальники подразделений — 4 чел., ИТР — 12 чел., работники предприятия — 14 чел.

На вопрос: «Соблюдаются ли на предприятии требования по охране окружающей среды?» 20 чел. ответили, что «да», 8 чел. — «не знаю».

На вопрос «Какие отходы образуются на предприятии?», 15 чел. ответили, что мусор, а 5 — опилки (рис. 7).

На вопрос «Какой самый опасный отход образуется на предприятии?» — 19 чел. ответило — аккумуляторы (рис. 8).

«Как хранятся отходы на предприятии?» — 21 чел. знает, что отходы хранятся на бетонированной площадке.

«Как используют корьевые отходы?» — 10 чел. знают, что их сжигают в котельной (рис. 8).

На вопрос «Что полезное можно сделать из опилок?», почему-то 12 чел. решили, что ДСП, а не пеллеты и брикеты.

Инвентаризация источников образования отходов на предприятии показала, что отходы образуются при проведении сварочных работ, замене деталей и узлов автотранспорта, замене моторных масел и аккумуляторных батарей, шиномонтажных и прочих работах (рис. 9).



Рис. 6. Участники анкетирования

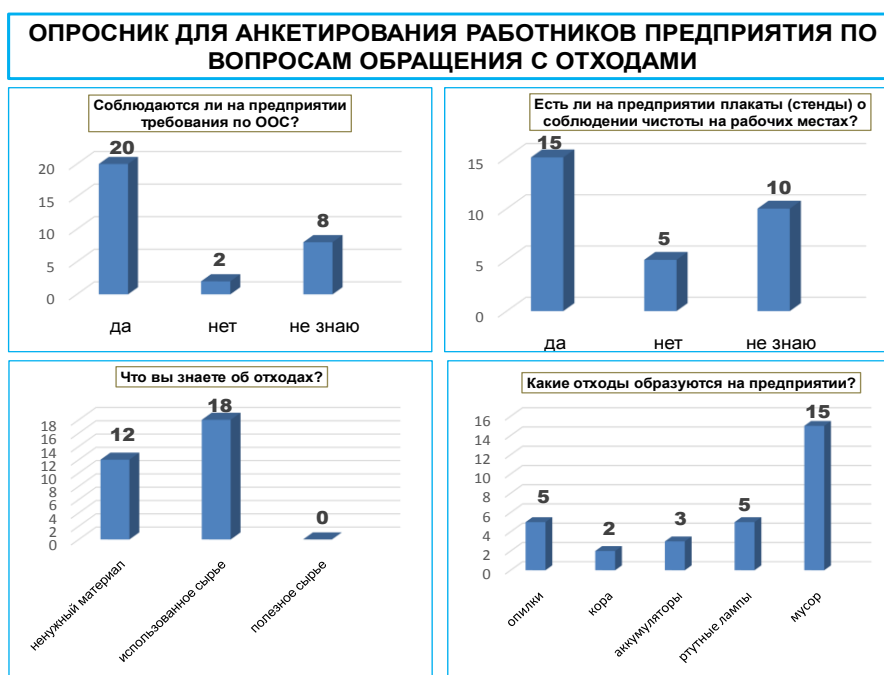


Рис. 7. Анализ результатов анкетирования работников предприятия (1)



Рис. 8. Анализ результатов анкетирования работников предприятия (2)



Рис. 9. Инвентаризация источников образования отходов на предприятии

Всего образуется 21 наименование отходов общей массой 36 тыс. т/год.

Анализ мест сбора и хранения отходов показывает, что часть производственных помещений используется на предприятии для сбора обтирочного материала, фильтров, мусора, отходов пленки и полиэтилена.

На открытой бетонированной площадке накапливается до 11 мес. транспортная партия автомобильных покрышек, металлолома, мусора и смета (рис. 10).

Во вспомогательных помещениях хранятся аккумуляторы, светодиодные лампы, минеральные масла, отходы оргтехники.

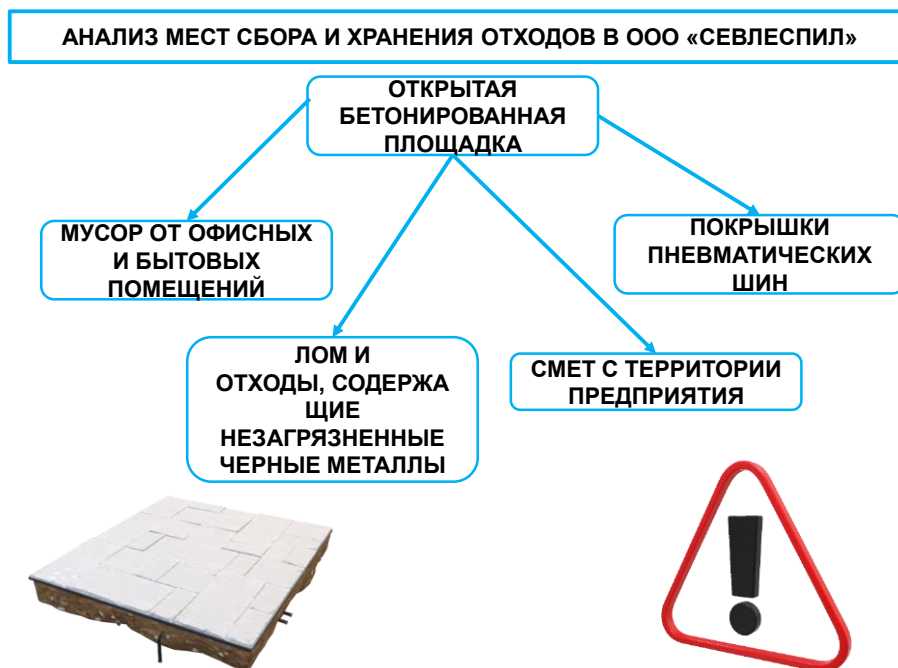


Рис. 10. Сбор и хранение отходов на бетонированной площадке

Анализ отходов по классам опасности показывает, что доминируют отходы 5 класса в количестве 36 тыс. т (рис. 11). Отходов 1 класса опасности на предприятии не образуется.

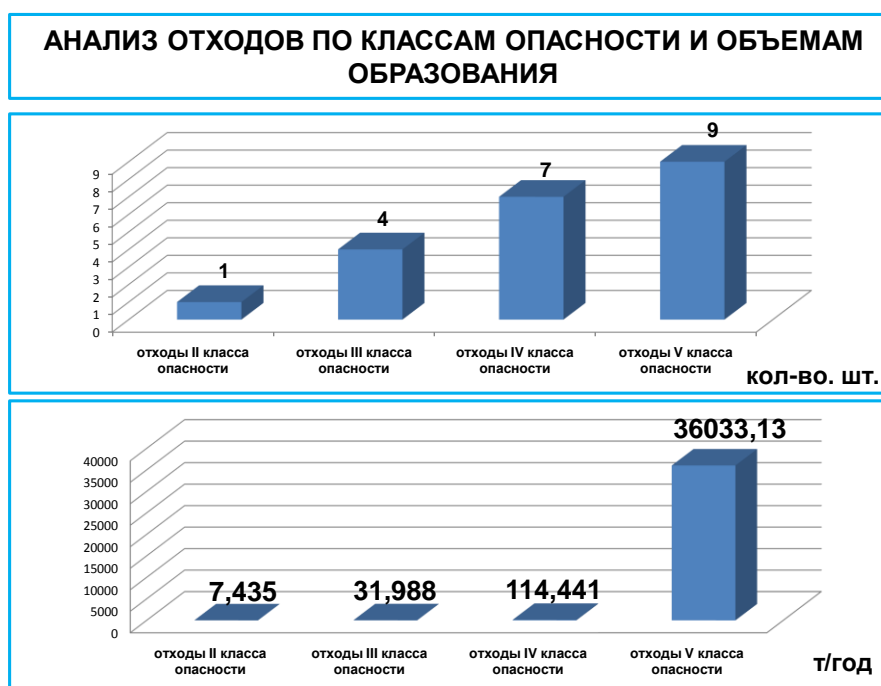


Рис. 11. Анализ отходов по классам опасности и объемам образования

Отходов 2 класса опасности образуется одно наименование — аккумуляторы свинцовые в количестве 7 т/год, среди отходов 3 класса опасности доминируют отработанные масла, а среди отходов 4 класса опасности — покрышки — 73 т/год и мусор — 36 т (рис. 12).



Рис. 12. Распределение отходов по классам опасности и объемам образования

Среди отходов 5 класса опасности доминирует мусор в количестве 30 тыс. т/год (рис. 13).



Рис. 13. Объемы образования различных отходов 5 класса опасности

Анализ операционного движения отходов показывает, что 12 наименований отходов отправляются на обезвреживание в ООО «Мед-экология», 4 наименования отходов на размещение в ООО «Экосфера», а 3 наименования используют в качестве сырья на самом ООО «СевЛесПил», в ООО «Пластик и ООО «ПВС».

В связи с тем, что ООО «СевЛесПил» относится к предприятиям 3 категории по степени воздействия на окружающую среду, обеспечение экологической безопасности предприятия в области обращения с отходами, сводится к паспор-

тизации отходов 2—4 классов опасности, лицензированию деятельности предприятия, учету отходов и отчетности по форме 2-ТП (отходы), производственному экологическому контролю и декларации о плате за НВОС (рис. 14) [9].



Рис. 14. Обеспечение экологической безопасности при обращении с отходами на предприятии III категории

Документы, которые обеспечивают экологическую безопасность предприятия представлены на рис. 15 [7, 8].

На предприятии образуются профильные древесные отходы, которые используются в качестве вторичного сырья для производства пеллет. Технологическая схема производства пеллет очень проста: древесное сырье подается на дробилку, измельчается, сушится до влажности 10 %, подается на гранулятор, охлаждается, фасуется и подается потребителю (рис. 16) [3].



Рис. 15. Документы, обеспечивающие экологическую безопасность предприятия



Рис. 16. Технологическая схема производства пеллет

Основное оборудование при производстве пеллет: рубильный станок, молотковая мельница, сушилка и пресс.

Для достижения большей степени измельчения исходного сырья предлагается заменить молотковую дробилку на щековую. Среди очевидных преимуществ щековых дробилок — простота конструкции и высокая износоустойчивость, а также легкий монтаж, обслуживание и стабильность работы, которая ускоряет производительность и процесс переработки материала. Как известно, чем меньше помол, тем топливо лучше перемешивается с воздухом и тем лучше идет процесс горения. При этом снижаются потери тепла.

Если в молотковой дробилке входная крупность сырья была до 600 мм, а выходная — до 20 мм, то щековая дробилка позволяет увеличить входную крупность до 1500 мм.

Расчет параметров щековой дробилки показывает, что наиболее приемлемая производительность дробилки 3,47 т/ч, мощность двигателя 5,5 кВт, удельные энергозатраты — 1,58. При таких параметрах можно достигнуть значения выходной крупности менее 10 мм (рис. 17).

Эколого-экономические расчеты свидетельствуют, что ущерб, нанесенный почве в результате производства пиломатериалов ООО «СевЛесПил», превышает плату в 224 раза (рис. 18) [9].

РАСЧЕТ НОВОГО ОБОРУДОВАНИЯ ДЛЯ ИЗМЕЛЬЧЕНИЯ ДРЕВЕСНЫХ ОТХОДОВ



УДЕЛЬНЫЕ ЗАТРАТЫ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ

$$E = \frac{N}{Q} = \frac{5,5}{3,47} = 1,58$$



ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТЬ ДРОБИЛКИ: 3,47 т/ч
МОЩНОСТЬ: 5,5 кВт
ВХОДНАЯ КРУПНОСТЬ: до 1500 мм
ВЫХОДНАЯ КРУПНОСТЬ: до 10 мм

СТЕПЕНЬ ДРОБЛЕНИЯ

$$j = \frac{D_{max}}{d_{max}} = \frac{1200}{10} = 120$$

Рис. 17. Расчет параметров щековой дробилки

ЭКОЛОГО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ РАСЧЕТЫ

$$\prod_{л.отх.}^m = \sum (M_{лj} \times H_{плj} \times K_{от} \times K_{л} \times K_{ст})$$

$$Ущ_{отх} = \sum_{i=1}^n (M_i \cdot T_{отх}) \cdot K_{исп}$$

Плата за размещение отходов и ущерб, нанесенный земельным ресурсам, рассчитаны для отходов III-V классов опасности (за исключением ТКО)

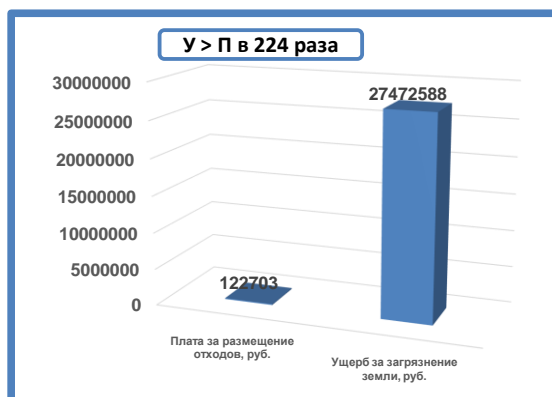


Рис. 18. Расчет платы за размещение отходов и ущерба, нанесенного земельным ресурсам в результате деятельности предприятия

Таким образом, в результате экологического аудита деятельности ООО «СевЛесПил» можно сделать следующее экоаудиторское заключение:

1. ООО «СевЛесПил» — одно из ведущих предприятий Республики Коми по производству пиломатериалов (250 000 куб. м) и пеллет (30 тыс. т в год).
2. На предприятии в процессе осуществления производственной деятельности образуются отходы производства II—V классов опасности 21 наименования в количестве 36 тыс. т/год.
3. Доминируют отходы V класса опасности 9 наименований, среди которых выделяются зола от сжигания древесного топлива — 4 800 т/год, мусор и смет производственных помещений — 30 000 т/год.

5. Ущерб, нанесенный окружающей среде при обращении с отходами, почти в 224 раза превышает плату за размещение отходов III—V классов опасности на территории предприятия.

6. При производстве пиломатериалов в ООО «СевЛесПил» обеспечивается экологическая безопасность, заключающаяся в получении предприятием статуса объекта III категории, паспортизации отходов II-IV классов опасности, лицензировании всех этапов обращения с отходами, ПЭК, ведется учет и отчетность в области обращения с отходами, осуществляется плата за размещение отходов.

В целом деятельность предприятия соответствует экологическим требованиям РФ [5, 6].

Библиографический список

1. Рынок пиломатериалов в России : [сайт]. — URL: <https://forestcomplex.ru> (дата обращения: 12.04.2023).

2. Производство пиломатериалов в Республике Коми : [сайт]. — URL: <https://news.myseldon.com/ru> (дата обращения: 12.04.2023).

3. ООО «СевЛесПил»: [сайт]. — URL: <https://www.sevlespil.com> (дата обращения: 12.04.2023)э.

4. Конык, О. А. Экологический аудит промышленных предприятий. Аудирование : учебное пособие : самостоятельное учебное электронное издание / О. А. Конык ; Сыкт. лесн. ин-т. — Электрон. дан. — Сыктывкар : СЛИ, 2018. — URL : <http://lib.sfi.komi.com> (дата обращения: 12.04.2023).

5. Об отходах производства и потребления : федер. закон от 24.06.1998 № 89-ФЗ : ред. от 02.07.2021 // СПС «КонсультантПлюс» (дата обращения: 15.04.2023).

6. Об охране окружающей среды : федер. закон от 10.01.2002 № 7-ФЗ : ред. от 30.12.2021 г. // СПС «КонсультантПлюс» (дата обращения: 15.04.2023).

7. Об утверждении Критериев отнесения отходов к I—V классам опасности по степени негативного воздействия на окружающую среду : приказ Минприроды России от 04.12.2014 № 536// СПС «КонсультантПлюс» <tps://news.myseldon.com/ru> (дата обращения: 12.04.2023)

8. Об утверждении формы федерального статистического наблюдения с указаниями по ее заполнению для организации Федеральной службой по надзору в сфере природопользования федерального статистического наблюдения за отходами производства и потребления : приказ Росстата от 9 октября 2020 г. № 627 : в ред. от 30.11.2020 // СПС «КонсультантПлюс» (дата обращения: 20.04.2023).

9. Конык, О. А. Экологическая безопасность промышленных предприятий : учебное пособие / О. А. Конык, Т. В. Шахова, П. В. Мусихин ; Сыкт. лесн. ин-т. — Сыктывкар : СЛИ, 2018. — URL: <http://lib.sfi.komi.com>. (дата обращения: 25.04.2023).

Предлагается бизнес-проект утилизации кородревесных отходов, образующихся в Республике Коми в объеме 0,48 млн куб. м с получением твердых и жидких биоудобрений. Для инженерного обеспечения проекта предлагается молотковая дробилка, корорез и биореактор. Расчеты параметров дробилки показывают, что наиболее приемлемой будет производительность дробилки 28 т/ч, а потребляемая мощность 42 кВт. Первоначальные инвестиции в бизнес-проект — 14,2 млн руб., чистая прибыль — до 3,0 млн руб./год. Окупаемость проекта — 8 мес.

Ключевые слова: бизнес-проект, кородревесные отходы, инженерное обеспечение, расчеты, утилизация отходов

О. А. Конык,

кандидат технических наук, доцент;

И. В. Левицкий,

выпускник направления бакалавриата «Техносферная безопасность»

(Сыктывкарский лесной институт)

ИНЖЕНЕРНАЯ ЗАЩИТА ОБЪЕКТОВ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ ПРИ ОБРАЩЕНИИ С КОРОДРЕВЕСНЫМИ ОТХОДАМИ НА ЛЕСОЗАГОТОВИТЕЛЬНОМ ПРЕДПРИЯТИИ

Республика Коми располагает лучшим по количеству и качеству лесосечным фондом в европейской части России. Общий запас лесных ресурсов на территории Республики Коми превышает 2,8 млрд м³, в том числе хвойных насаждений — 2,3 млрд м³, лиственных — 0,5 млрд м³ [1, 2].

На сегодняшний день объемы лесозаготовок в Республике Коми находятся в пределах 9,6 млн м³, а объемы образования кородревесных отходов — 0,48 млн м³ (рис. 1).



Рис. 1. Динамика производства древесины и образования кородревесных отходов в России и Республике Коми

Объемы лесозаготовок по районам Республики неоднозначны, доминирует Усть-Куломский район, на его долю приходится 27 %. Основным предприятием-лесозаготовителем является АО «Монди Сыктывкарский ЛПК» — 56 % (рис. 2).

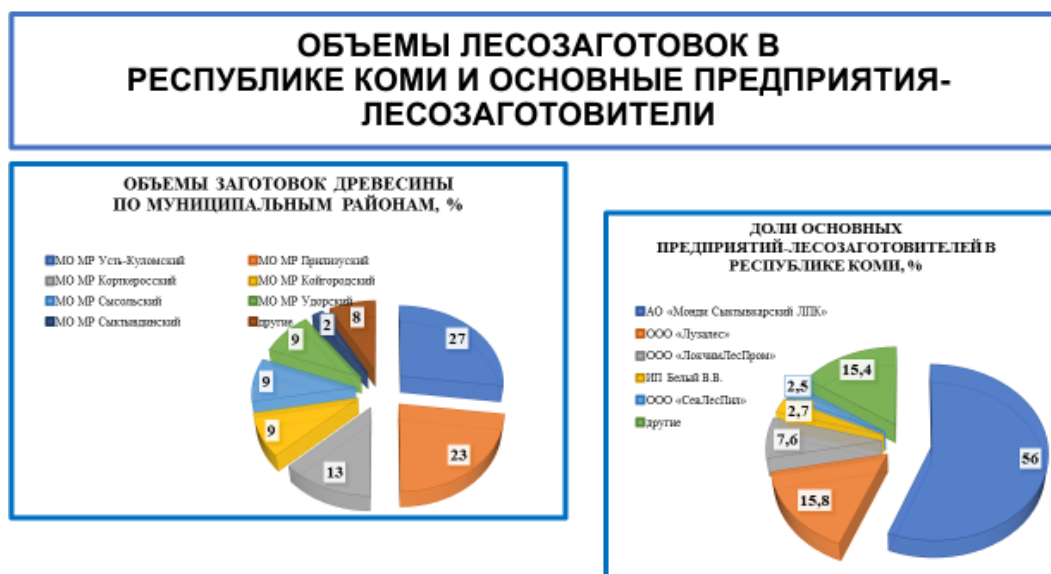


Рис. 2. Объемы лесозаготовок в Республике Коми и основные предприятия-лесозаготовители

Основными направлениями утилизации кородревесных отходов является использование коры для химической переработки, получения древесных плит, удобрений, сжигания в качестве топлива или складирования в отвалах [3].

Сбор и хранение корьевых отходов в России осуществляют в бункерных галереях, отличающихся различной разгрузкой сырья.

В связи с вышесказанным, цель предлагаемой работы и ее задачи представлены на рис. 3.

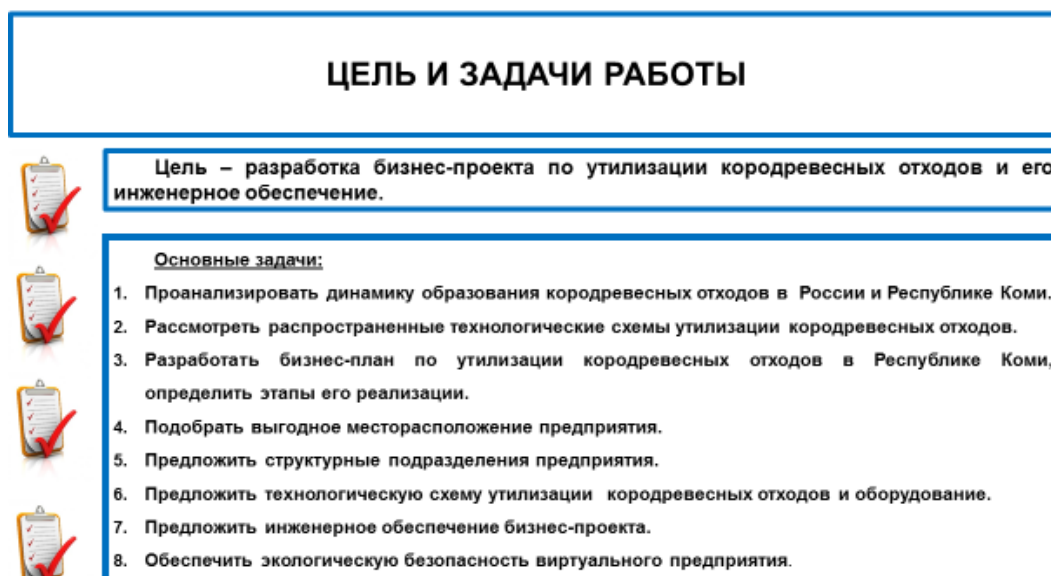


Рис. 3. Цель и задачи работы

При разработке бизнес-плана необходимо соблюсти ряд требований — кроме названия инвестиционного проекта и его сути, должна быть обозначена значимость проекта, обоснование финансовых прогнозов, рынка продукции, соответствие проекта экологическому законодательству, анализ рисков (рис. 4) [4, 5].



Рис. 4. Бизнес-план проекта по утилизации кородревесных отходов

Основные структурные элементы бизнес-плана — это резюме проекта, его описание, информация об участниках проекта, продукция, анализ рынка сбыта, финансовый план и прочее (рис. 5).



Рис. 5. Основные структурные элементы бизнес-плана

Этапы реализации проекта начинают с выбора места расположения предприятия, его структурных подразделений, разработки системы поставок сырья, подбора оборудования, рынка сбыта продукции и обеспечения экологической безопасности (рис. 6).

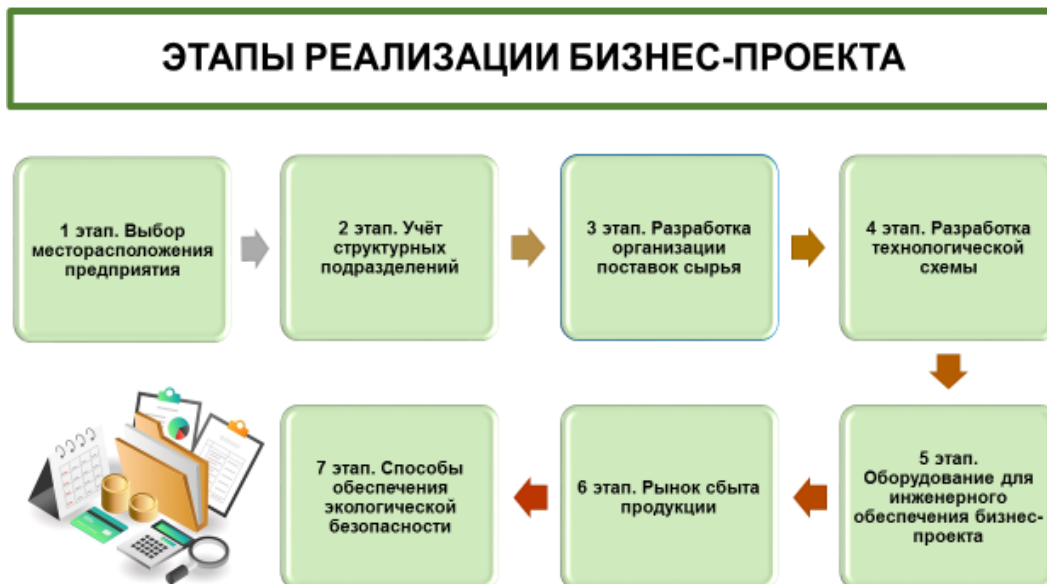


Рис. 6. Этапы реализации бизнес-проекта

Виртуальное предприятие предлагается расположить в МО МР «Койгородский» Республика Коми.

На виртуальном предприятии предусмотрено: приемное отделение, производственное отделение, склад готовой продукции, ремонтно-механическая мастерская, административное и бытовое помещения (рис. 7).



Рис. 7. Структурные подразделения предприятия

Технологическая схема утилизации кородревесных отходов показана на рис. 8.

Инженерное обеспечение бизнес-проекта предусматривает использование молотковой дробилки, корорезки, биореактора (рис. 9).

Расчеты параметров дробилки показывают, что наиболее приемлемой будет производительность дробилки 28 т/ч, а потребляемая мощность 42 кВт (рис. 10).

ПРЕДЛАГАЕМАЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ СХЕМА УТИЛИЗАЦИИ КОРОДРЕВЕСНЫХ ОТХОДОВ



Рис. 8. Предлагаемая технологическая схема утилизации кородревесных отходов

ИНЖЕНЕРНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ БИЗНЕС-ПРОЕКТА. ПРЕДЛАГАЕМОЕ ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ ПЕРЕРАБОТКИ КОРОДРЕВЕСНЫХ ОТХОДОВ



Молотковая дробилка



Корорубка



Биореактор

Рис. 9. Инженерное обеспечение бизнес-проекта

РАСЧЕТ АППАРАТА ДРОБЛЕНИЯ КОРОДРЕВЕСНЫХ ОТХОДОВ



Молотковая дробилка

Степень измельчения коры рассчитываем по формуле:

$$i = \frac{100}{10} = 10.$$

Производительность дробилки определяем по формуле:

$$G = \frac{k D^2 L n^2}{3600 (i - 1)} = \frac{4 \cdot 0,8^2 \cdot 0,4 \cdot 950^2}{3600 (10 - 1)} = 28,5 \text{ т/ч.}$$

Потребляемую мощность находим по формуле:

$$N = 0,15 D^2 \cdot L \cdot n = 0,15 \cdot 10 \cdot 28,5 = 42,75 \text{ кВт}$$

Рис. 10. Расчет аппарата дробления кородревесных отходов

Продукцией утилизации кородревесных отходов будут жидкое и твердое удобрения, содержащие минеральные добавки (рис. 11). Оно с успехом будет использоваться как государственными, так и частными сельскохозяйственными предприятиями.



Рис. 11. Продукция виртуального предприятия

Управление экологической безопасностью предприятия должно начинаться с назначения ответственного лица и обучения его основам экологической безопасности. Далее специалист должен приступить к выполнению своих должностных обязанностей и функций согласно природоохранного законодательства (рис. 12).



Рис. 12. Управление экологической безопасностью на предприятии

В связи с тем, что предлагаемое предприятие по степени воздействия на окружающую среду относится к предприятиям III категории, обеспечение экологической безопасности на будущем предприятии будет складываться из постановки предприятия на государственный учет и получения категории объекта, паспортизации отходов 1—4 классов опасности, лицензировании деятельности по обращению с отходами, учета отходов и сдачи в Росприроднадзор отчета по форме 2-ТП (воздух), отчета по производственному экологическому контролю и декларации о плате за НВОС (рис. 13).



Рис. 13. Обеспечение экологической безопасности при обращении с отходами

Расчет технико-экономических показателей по обоснованию создания виртуального предприятия по утилизации кородревесных отходов, выявили: первоначальные инвестиции в данный бизнес будут составлять 14,2 млн руб., при этом чистая прибыль предприятия за счет продажи удобрений составит 3,0 млн руб. Окупаемость предлагаемого проекта около 8 мес. (рис. 14).

ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ БИЗНЕС-ПРОЕКТА

Капитальные вложения		Сумма, руб.	
Покупка оборудования	12 000 000		
Покупка автотранспортных средств	2 200 000		
ИТОГО	14 200 000		

Текущие затраты			Сумма, руб.
Регистрация ИП, лицензии		получение	100 000
Аренда			200 000
Транспортные расходы			165 000
Вода			40 000
Энергия			80 000
Заработная плата работников			500 000
ИТОГО			1 085 000

Доход:
Продажа жидких и твердых удобрений из коры – 3 000 000 руб./год

Период окупаемости проекта - 7,9 мес.

Рис. 14. Техничко-экономическое обоснование бизнес-проекта

Итак, предлагается бизнес-проект утилизации кородревесных отходов, образующихся в Республике Коми в объеме 0,48 млн куб. м с получением твердых и жидких биоудобрений. Предприятие предусматривается расположить на территории МО МР «Койгородский. Для инженерного обеспечения проекта предлагается молотковая дробилка, корорез и биореактор. Расчеты параметров дробилки показывают, что наиболее приемлемой будет производительность дробилки 28 т/ч, а потребляемая мощность 42 кВт.

Библиографический список

1. Лесозаготовительные предприятия Коми сбавили темп // КомиОнлайн : [сайт]. — URL: <https://komionline.ru/node/78433> (дата обращения: 15.05.2023).
2. Лесная промышленность Республики Коми // Леспром информ : [сайт]. — URL: <https://lesprominform.ru/jarticles.html?id=5446> / (дата обращения: 17.05.2023).
3. Переработка и использование древесной коры // ЛесПром : [сайт]. — URL: <https://lesprominform.ru/jarticles.html?id=2640> (дата обращения: 20.04.2023).
4. Конык О. А. Методология и практика чистого производства : учебное пособие : самостоятельное учебное электронное издание / О. А. Конык; Сыкт. лесн. ин-т. — Сыктывкар : СЛИ, 2018. — 196 с.
5. Бизнес план переработка древесных отходов // Oroalbero : [сайт]. — URL: <https://oroalbero.ru/biznes-plan-pererabotka-drevesnyh-othodov/> (дата обращения: 20.04.2023).

В статье рассмотрена технология возделывания многолетних злаковых и бобовых трав на кормовые цели на дерново-подзолистых почвах в условиях Севера. Дана характеристика выращиваемых на Севере кормовых культур, их особенности возделывания в чистом виде и в травосмесях. Получены результаты по оптимальному значению кислотности почвы и дозам вносимых минеральных удобрений для различных видов многолетних трав.

Ключевые слова: многолетние травы, бобовые травы, злаковые травы, технология, сено, норма высева

Т. В. Косолапова,
младший научный сотрудник
(Институт агробиотехнологий ФИЦ Коми НЦ УрО РАН)

ТЕХНОЛОГИЯ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ МНОГОЛЕТНИХ ТРАВ НА СЕВЕРЕ

Все кормовые травы подразделяют на группы такие как: бобовые, злаковые, осоковые и разнотравье. По длительности жизни травы бывают как однолетние, так и многолетние, в данной статье рассмотрим многолетние травы. Многолетние травы служат основой кормопроизводства на севере, а многолетние бобовые травы с хорошо развитой корневой системой, оставляющие после себя в почве большое количество органического вещества, улучшающие ее структуру и обогащающие азотом являются важным фактором повышения плодородия почв. Велика и фитосанитарная роль многолетних трав: в их посевах создаются неблагоприятные условия для роста и развития многих видов сорняков, гибнут многие вредители сельскохозяйственных культур и патогенная микрофлора. Многолетние травы являются эффективным средством защиты почвы от водной и ветровой эрозии. Корневые и пожнивные остатки многолетних трав, разлагаясь при доступе воздуха, образуют перегной, который увеличивает растворимость почвенных минералов. Происходит процесс минерализации органического вещества. Растительные остатки служат энергетическим материалом для развития жизнедеятельности полезных почвенных микроорганизмов [1, 2].

Многолетние травы и травяные экосистемы из многолетних растений, с учетом их важной средообразующей роли в агроландшафтах, должны занимать на порядок большие площади в структуре посевных площадей и севооборотов для обеспечения устойчивости сельскохозяйственных земель и плодородия почв, стабильности растениеводства.

Травы предъявляют высокие требования к почвенной влаге во все время их жизни. Особенно страдают от недостатка ее в период нахождения под покровом. Кроме того, травы отличаются высокой требовательностью к почвенному питанию и к чистоте поля от сорняков. При отсутствии этих основных условий травы всходят недружно, плохо укореняются в первый год и в дальнейшем не дают высоких урожаев.

Многолетние травы входят в основную ротацию севооборота. В полевых севооборотах надо высевать такие виды бобовых и рыхлокустовых злаковых трав,

которые быстро растут, дают много хорошего корма и образуют большую массу корней. Достаточно большое количество их имеют мощную корневую систему, примерно от 1 до 3 м. Исходя из этого, основную обработку почвы производят с осени, и проходит она на глубину 25—30 см. Для более качественной обработки почвы производят вспашку с предварительной обработкой после стерневых предшественников. Почва должна быть хорошо выровненной в силу того, что многолетние травы имеют очень маленькие семена [3, 4].

Многолетние травы в первый год жизни растут медленно и угнетаются сорняками. Поэтому поле, по возможности, должно быть чистым от сорняков. Чаще всего многолетние кормовые культуры сеют под покров однолетних культур, обуславливается это тем, что многолетние травы медленно развиваются в год их посева и имеют очень низкую продуктивность. Покровная культура в первый год дает полноценный урожай, а вот многолетние травы дают урожай, начиная со второго года своей жизни. Плюсы такого посева в том, что травы, которые развиваются очень медленно, не могут противостоять сорнякам, а под покровом же они намного меньше засорены.

Если рассматривать с биологической точки зрения, считается, что под покровами для развития травам не хватает их жизненно необходимых элементов, таких как вода и свет. Для того чтобы свести к минимуму эти отрицательные последствия необходимо правильно выбирать покровную культуру. Покровная культура должна минимально затенить многолетние травы. Так же должен производиться правильный уход за посевами. Оптимальной высотой скашивания трав на кормовые цели является 5—6 см, для высокостебельных — около 12—14 см. Более высокий срез 8—10 см делают в первый период жизни растения. При уборке на сено, бобовые травы скашивают в фазу бутонизации — цветения, злаковые — колошения. Заканчивать их уборку следует в начале цветения. Кроме того, в фазу цветения возрастает доля стеблей, уменьшается доля листьев, в то время как в листьях в 2—3 раза больше белка. Питательные вещества поступают больше в цветки, а они больше осыпаются при уборке, чем листья.

Норма высева отдельных видов в травосмесях рассчитывается по нормам высева, установленным для этих видов при посеве их в чистом виде. Для двойных бобово-злаковых травосмесей рекомендуется брать 70—80 % от нормы высева каждого вида трав в чистом виде, для тройных травосмесей — бобовых 30—40 %, злаковых трав 70—80 % от нормы высева в чистом виде. Всего рекомендуется высевать семян в количестве 140—160 % от нормы высева трав в чистом виде. Следует учитывать и местные условия произрастания. Так, на недостаточно окультуренных участках норму высева трав необходимо увеличить на 5—15 %, на плодородных, чистых от сорняков землях, норму высева снижают на 10—15 % [5].

Технологический процесс провяливания трав при заготовке прессованного сена на поле является таким же, как и при уборке рассыпного сена. Влажность прессованной массы должна быть выше — около 22 %. При влажности от 24 % и выше имеется угроза плесневения сена, от чего качество его снижается. Для получения высококачественного прессованного сена используют однородную растительную массу трав с оптимальной влажностью, при несоблюдении данного условия может произойти разогревание и плесневение корма уже внутри

самого тюка. Прессованное сено имеет более высокое качество, так как в нем намного лучше сохраняются цветки, листья. Все виды данного сена лучше всего изготавливать из бобовых трав, как например, люцерна, клевер белый, или из самих злаковых трав (мятлик луговой, ежа сборная и др.).

Основным условием успешного травосеяния на подзолистых почвах является хорошая заправка полей органическими и минеральными удобрениями. Многолетние травы очень хорошо отзывчивы на удобрения. Удобрения, внесенные в год посева трав под покровную культуру или за год до посева трав, увеличивают урожай благодаря повышению их устойчивости против неблагоприятных условий погоды (морозы, засуха) в первый и последующие годы жизни.

Опытами и практикой установлено, что для получения высокого урожая многолетних трав необходимо вносить в пару или под предшествующую травам пропашную культуру органические удобрения высокого качества. Они содержат необходимые для растений питательные вещества, улучшают физические свойства почвы и условия для жизни полезных микроорганизмов. От внесения навоза, торфа с навозом или компостов песчаные и супесчаные почвы становятся более связными, подзолистые — менее распыленными, заплывающими. Бобовые при хороших условиях для азотфиксации меньше реагируют на азотные удобрения и более требовательны к фосфору и калию. Фосфор и калий вносят под основную обработку почвы с осени по 60 кг д.в./га по каждому элементу. Если в запас удобрения не были внесены, то эффективны подкормки на второй и последующие годы рано весной. Бобовые травы лучше подкармливать фосфорными и калийными удобрениями по 30—40 кг д.в./га, но не разбросным способом, а внося их в дернину трав плоскорезами-удобрителями. Удобрять травосмеси нужно, учитывая долю компонентов. Если преобладает бобовый компонент (более 50 %), то чтобы не подавлять азотфиксирующую деятельность клубеньковых бактерий, удобрения вносить как под бобовые травы. Если преобладает злаковый компонент — удобрять, как злаковые травы [6].

Кислые почвы для получения на них высоких, устойчивых урожаев надо обязательно известковать. Избыточная кислотность ухудшает зимостойкость бобовых и некоторых злаковых трав и ослабляет их жизнеспособность во время роста. Установлено, что лучшая кислотность почвы для разных видов многолетних трав определяется следующими показателями рН: для клевера красного 7,1—8,3, для клевера розового и белого — 5,5—7,9, для основных злаковых трав — 5,5—5,9.

Библиографический список

1. Вильямс, В. Р. Луговое хозяйство и кормовая площадь / В. Р. Вильямс. — Москва: Издательство Юрайт, 2020. — 202 с. — URL: <http://biblio-online.ru/bcode/454263> (дата обращения: 22.01.2023).
2. Система земледелия Республики Коми: монография / Г. Т. Шморгунов, С. В. Коковкина, З. К. Цветкова [и др.]. — Сыктывкар: ГОУ ВОУ КРАГСИУ, 2017. — 225 с.
3. Агробиологические ресурсы Республики Коми и их рациональное использование / колл. авторов. — Сыктывкар, 1999. — 229 с.
4. Высококачественные корма — основа развития животноводства: рекомендации по совершенствованию кормопроизводства в Республике Коми / Р. А. Беляева, Я. А. Жариков, В. С. Матюков [и др.]. — Сыктывкар, 2010. — 73 с.

5. Использование пласта многолетних трав как дополнительного элемента повышения плодородия почвы: методические рекомендации для сельскохозяйственных товаропроизводителей. — URL: [http://agroconsul.tomsk.ru/upload/iblock/ae4/Травы %20и %20плодородие.pdf](http://agroconsul.tomsk.ru/upload/iblock/ae4/Травы%20и%20плодородие.pdf) (дата обращения: 30.01.2023).

7. Основы сельскохозяйственныхпользований: учебное пособие для СПО / Г. Г. Романов, Г. Т. Шморгунов, Р. А. Беяева [и др.] ; под ред. Н. М. Большакова и Г. Г. Романова. — СПб. : Лань, 2021. — 300 с.

В поисках эффективных решений для защиты растений и повышения качества урожая сельскохозяйственная наука ищет золотую середину между экономикой и экологией. Несмотря на то, что сегодня на рынке все еще доминируют химические пестициды, наиболее развитые сельскохозяйственные хозяйства активно уходят от традиционных методов борьбы с вредителями и болезнями, делая выбор в пользу биопестицидов. В данной статье представлен обзор литературы, описывающий переход человечества от химических средств защиты растений и сельскохозяйственной продукции к биорациональным методам.

Ключевые слова: защита растений, урожай, пестициды, насекомые-вредители, биопестициды

Е. В. Красильникова,
младший научный сотрудник
(Институт агробиотехнологий ФИЦ Коми НЦ УрО РАН)

ПЕСТИЦИДЫ: ОТ ХИМИИ К БИОЛОГИИ

В современном мире человечество использует более тысячи разных средств для борьбы с вредителями — пестицидов. Первые такие вещества появились тысячелетия назад. Сначала люди применяли средства природного происхождения, а примерно в середине XIX в. на помощь фермерам пришли химики. Благодаря пестицидам мы не испытываем проблем с продовольствием и можем приобрести в супермаркетах любые продукты. Однако эффекты пестицидов не так однозначны: эти вещества могут быть токсичными, канцерогенными и мутагенными. Поэтому важно уметь точно определять и тщательно контролировать содержание пестицидов в пище и окружающей среде.

Война людей с сельскохозяйственными и прочими вредителями имеет долгую историю. Первые упоминания о применении инсектоакарицидов датируются 1500 г. до н. э.: шумеры использовали соединения серы для борьбы с насекомыми и клещами [1]. Древние египтяне для защиты зерна в хранилищах смешивали его с пылью и золой: такая обработка вызывала обезвоживание и гибель некоторых насекомых-вредителей. Древнеегипетские жрецы широко применяли кадиланицы, в которых вещества, способные убивать и отпугивать насекомых, подвергались пиролизу (термическому разложению) или испарялись. В зернохранилищах для отпугивания мышей и крыс нагревали навоз газелей [2]. В Китае для защиты цитрусовых «натравливали» хищных муравьев на вредоносных гусениц и жучков. В «Илиаде» Гомера встречается упоминание о борьбе с саранчой с помощью огня [3]. Демокрит почти 2500 лет назад советовал обрабатывать растения настоем маслин, так как это помогало защитить их от насекомых и предотвратить процесс гниения. В Древнем Риме тщательно продумывали расположение и обустройство зернохранилищ. Они должны были хорошо продуваться ветром либо, наоборот, находиться под землей, без доступа воздуха. Изнутри пустые амбары тщательно покрывали пастой из осадка нефилтрованного оливкового масла (*amurca*), извести и измельченной листвы некоторых растений [2].

В Средние века с вредителями по-прежнему боролись веществами растительного происхождения и некоторыми простыми неорганическими соединениями. Параллельно из уст в уста передавались всевозможные заговоры, молитвы и магические ритуалы.

Постепенно научное мировоззрение брало верх над мистическим. Примерно с середины XIX столетия начался расцвет производства химических препаратов для защиты растений. С 1867 г. начали использовать соединения мышьяка, с 1880 г. в США — полисульфиды кальция, с 1890 г. в Германии — эмульсию каменноугольных масел. Для борьбы с кровососущими насекомыми в 1896 г. были предложены керосиново-известковые и керосиново-мыльные эмульсии. Применяли и препараты растительного происхождения, такие как никотин-сульфат [4].

С изобретением ДДТ в борьбу с вредителями вступила «тяжелая артиллерия». Но на самом деле эпоха химических пестицидов началась намного раньше. Некоторые соединения первого поколения, предложенные в XIX столетии, оказались настолько удачными, что их применяют до сих пор. Так, в 1887 г. во французском регионе Бордо П. М. А. Мильярде и У. Гейон предложили использовать смесь из раствора медного купороса и известкового молока. Полученное соединение назвали бордоской жидкостью и до сих пор используют в растениеводстве для борьбы с грибами [4].

Сейчас в мире используется более 100 тыс. пестицидов на основе около 1000 химических соединений. В России используют до 500 различных средств борьбы с вредителями. Эффективность применения химических средств борьбы с болезнями и вредителями сельскохозяйственных культур неуклонно падает — появляются устойчивые к их действию формы болезней и вредителей, постоянное применение пестицидов нарушает биологическое равновесие, загрязняет окружающую среду, приводит к росту затрат на производство сельскохозяйственной продукции. В последние годы все чаще звучат голоса в поддержку экологизации сельского хозяйства. Одним из наиболее прогрессивных путей развития отрасли является переход на альтернативные методы борьбы с вредителями и патогенами, среди которых важное значение имеет использование биопестицидов [6, 7].

К биопестицидам относят препараты для биологической борьбы с вредителями, выделенные или произведенные из объектов природного происхождения (микроорганизмов, растений, животных и минералов).

Группу биопестицидов разделяют на три категории. Это препараты на основе микроорганизмов (бактерий, грибов, вирусов и простейших) и продуктов их жизнедеятельности. Более чем 50 % в этой группе составляют препараты на основе бактерии *Bacillus thuringiensis*. Вторая категория это препараты из растений, экстрактов из растений и прочих природных субстратов. Третью категорию составляют феромоны — препараты на основе природных соединений, не оказывающих токсического действия на вредные организмы, а влияющих только на их поведение. Обычно феромоны используются в виде приманок и ловушек для вредных насекомых.

По сравнению с химическими пестицидами, биопестициды обычно затрагивают только целевых вредителей или патогены и не представляют опасности для

птиц, рыб, полезных насекомых, млекопитающих и других нецелевых организмов. Все это позволяет отнести многие биопестициды к средствам защиты растений с минимальным уровнем экологической опасности и риска применения. Выполняя свою роль, они не вызывают побочных эффектов [6].

Большинство современных химических пестицидов атакуют только один уязвимый метаболический путь вредителя, сорняка или патогена. Поэтому после многократного использования химического пестицида вредители могут быстро развить устойчивость к этому продукту. Биопестициды обычно имеют уникальные, сложные, а иногда и множественные способы действия. Поэтому вредители и болезнетворные микроорганизмы не могут выработать к ним устойчивость. Биопрепараты имеют малый период ожидания — собирать урожай можно через несколько дней после обработки [5, 7].

По мнению ряда ученых и маркетологов, будущее рынка защиты растений за гибридными пестицидами. Предупредить опасения фермеров-растениеводов сможет тактика гибридизация продукта, считают в компании STK Stockton, которая сочетает биопестициды с традиционными, успешно поставляя на рынок Латинской Америки свой гибридный фунгицид Regev [6]. В компании отмечают, что фермеры, занимающиеся выращиванием сельскохозяйственных культур, сталкиваются с реальными проблемами сопротивления болезням и вредителям к некоторым активным ингредиентам химических пестицидов. Гибридный продукт можно гибко использовать в различных местах по обычной программе обработки, тем самым снижая общую химическую нагрузку и лучше управляя проблемами сопротивления.

Когда рынки биопестицидов и синтетических пестицидов сольются через тридцать лет, мы обретем основу для устойчивого сельского хозяйства и позволим фермерам перейти от токсичной системы использования химических пестицидов к более здоровой, биологизированной системе производства культур.

Библиографический список

1. Wiltshire, J. W. Integrated fruit production in the New Zealand pipfruit industry / J. W. Wiltshire. — New Zealand, 2003. — 25 p.
2. Levinson, H. Control of stored food pests in the ancient Orient and classical antiquity / H. Levinson, A. Levinson // *Journal of Applied Entomology* — 2009. — Vol. 122. — P. 137—144.
3. Ганиев, М. М. Химические средства защиты растений / М. М. Ганиев, В. Д. Недорезков — Москва : КолосС, 2006. — 248 с.
4. Пестициды. История возникновения. Общие сведения. — URL: https://studwood.net/1865763/agropromyshlennost/pestitsidy_istoriya_vozniknoveniya_obschaya_informatsiya (дата обращения 17.02.2023).
5. Биопестициды: путь к экологизации отрасли. — URL: <https://agriecomission.com/base/biopesticide-put-k-ekologizacii-otrasli> (дата обращения 17.02.2023).
8. Aparna K. Microbial Viral Insecticides / K. Aparna // *Basic and Applied Aspects of Biopesticides*. — 2014. — P. 47—68.

Предлагается бизнес-проект строительства мини-завода по производству фанеры производительностью 50 куб. м/год, который потребует небольших капитальных вложений 2,96 млн руб. Чистая прибыль такого завода — 280 тыс. руб./мес. Окупаемость проекта — 10 мес. В процессе производственной деятельности фанерного завода в атмосферу будут выбрасываться загрязняющие вещества, относящиеся к I—IV классам опасности. Для инженерной защиты атмосферного воздуха предлагается установить рукавный фильтр РЦИ-15,6-24 с площадью поверхности фильтрации $F = 15,6 \text{ м}^2$, гидравлическим сопротивлением фильтра $P_{\phi} = 2867 \text{ Па}$, степенью очистки фильтра $\eta = 99 \%$. Кроме того, предлагается установить два циклона марки ЦН, с расчетным диаметром 0,6 м и скоростью потока в циклоне 4,52 м/с, обеспечивающих 98 % очистку от пыли.

Ключевые слова: атмосферный воздух, загрязнение, бизнес-проект, рукавный фильтр, циклон

А. В. Кузиванова,
старший преподаватель;

И. С. Кавердова,
3 курс, направление подготовки «Техносферная безопасность»
(Сыктывкарский лесной институт)

ИНЖЕНЕРНАЯ ЗАЩИТА АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА ПРИ РЕАЛИЗАЦИИ БИЗНЕС-ПРОЕКТА СТРОИТЕЛЬСТВА ПРЕДПРИЯТИЯ ПО ПРОИЗВОДСТВУ ФАНЕРЫ

Фанера широко применяется в производстве мебели и упаковки для разного рода товаров. Популярность этого материала обусловлена в первую очередь тем, что цена фанеры ниже, чем массивной древесины. Кроме того, фанера технологична, обладает гибкостью, так что сфера ее применения весьма широка.

До 2020 г. российская фанера доставлялась в 50 стран мира. Главными покупателями являлись США, Египет, Германия, Панама, Чили, Беларусь.

В период с 2014 по 2020 г. отечественное производство фанеры неуклонно росло, что было обусловлено растущим спросом на российскую фанеру со стороны внешних и внутренних потребителей (рис. 1) [1].

По итогам 2020 г. лидером по объемам выпуска фанеры в России выступает Приволжский ФО с долей рынка 32 %. За 2020 г. в данном регионе было выпущено около 1,3 млн м³ фанерной продукции.

Производство фанеры в России сосредоточено в регионах богатых лесными ресурсами. В России сегодня 77 заводов по производству различных видов фанеры (рис. 2) [2].

На территории Республики Коми фанеру производят два предприятия: ООО «Сыктывкарский фанерный завод» и ЗАО «Жешартский фанерный комбинат» (см. рис. 2).

Цель данной работы — показать, как может осуществляться инженерная защита атмосферного воздуха при реализации бизнес — проекта строительства предприятия по производству фанеры. Задачи работы показаны на рис. 3.

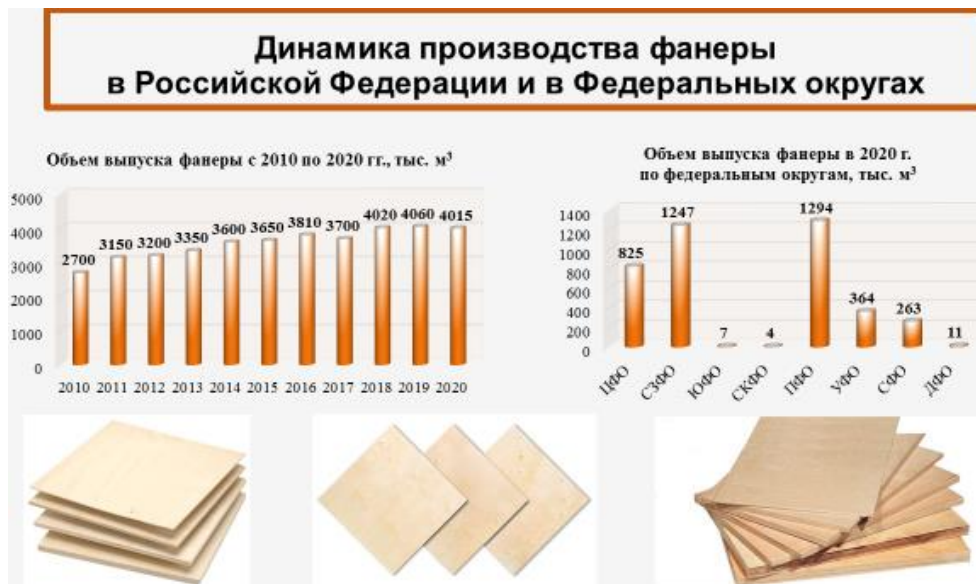


Рис. 1. Динамика производства фанеры в России и в Федеральных округах



Рис. 2. Фанерные заводы России и Республики Коми

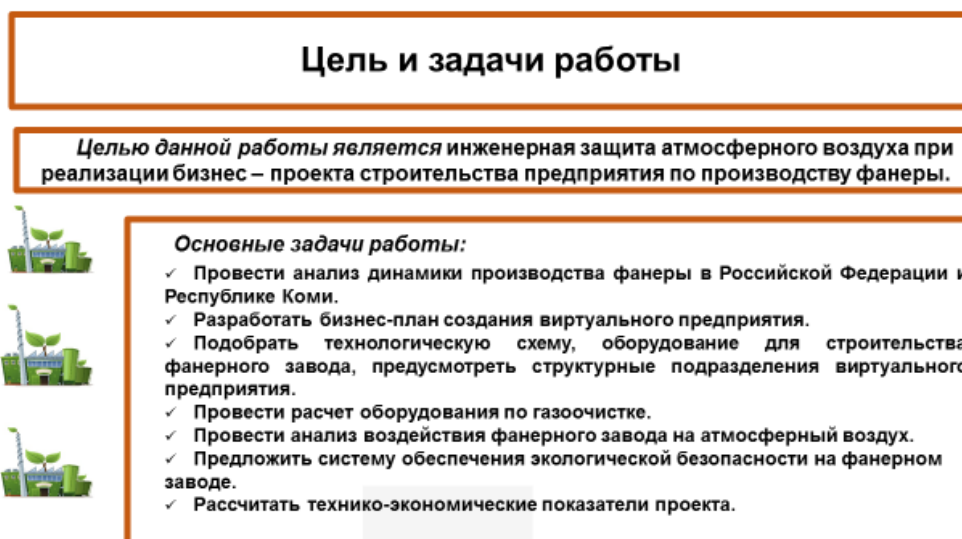


Рис. 3. Цель и задачи работы

Фанерный завод предусматривается расположить на территории м. Човью г. Сыктывкара Республики Коми.

Для реализации стратегии чистого производства на фанерном заводе обозначены этапы действующего производства, подобраны методы оценки, чтобы выявить основные экологические проблемы на действующем предприятии и приступить к генерации различных идей для решения выявленных проблем (рис. 4).



Рис. 4. Этапы реализации бизнес-проекта

Для осуществления строительства современного фанерного завода необходимо составить бизнес-план строительства предприятия [5]. Информация в бизнес-плане должна быть объективной, опираться на обоснованные данные (рис. 5).

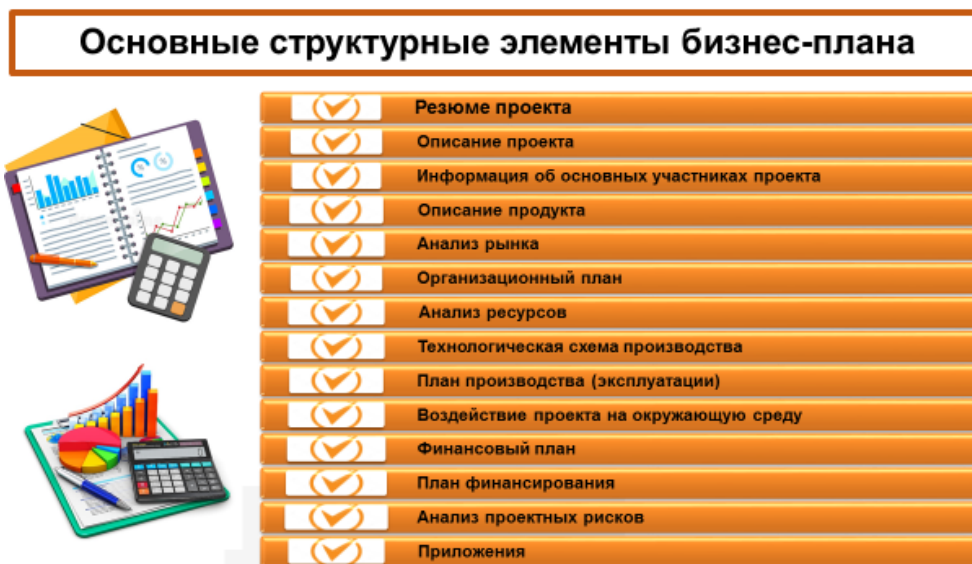


Рис. 5. Структурные элементы бизнес-плана

Предлагаемый бизнес-план включает резюме проекта, его описание, информацию об участниках, анализ рынка, технологическую схему производства, по-

лучаемую продукцию, оценку воздействия на объекты окружающей среды, финансовый план и прочие разделы (см. рис. 5). Разработанный бизнес-план позволит получить инвестиции для реализации чистого производства на предприятии.

Структурными подразделениями на предлагаемом предприятии будут администрация, основное производство, служба обеспечения, служба ремонта. Производственное подразделение будет включать три основных цеха: цех приемки и подготовки сырья, цех шпона и цех фанеры с участком по производству смол (рис. 6).



Рис. 6. Структурные подразделения фанерного завода

Технология производства фанеры подразумевает минимальное использование ручного труда. Большинство операций в технологическом процессе проводится на станках и роботизированных линиях (рис. 7) [3].



Рис. 7. Предлагаемая технологическая схема производства фанеры

Основными стадиями производства фанеры являются: подготовка сырья, изготовление и отделка шпона, производство фанеры, склеивание, термическая обработка под давлением, нанесение покрытия (рис. 8).

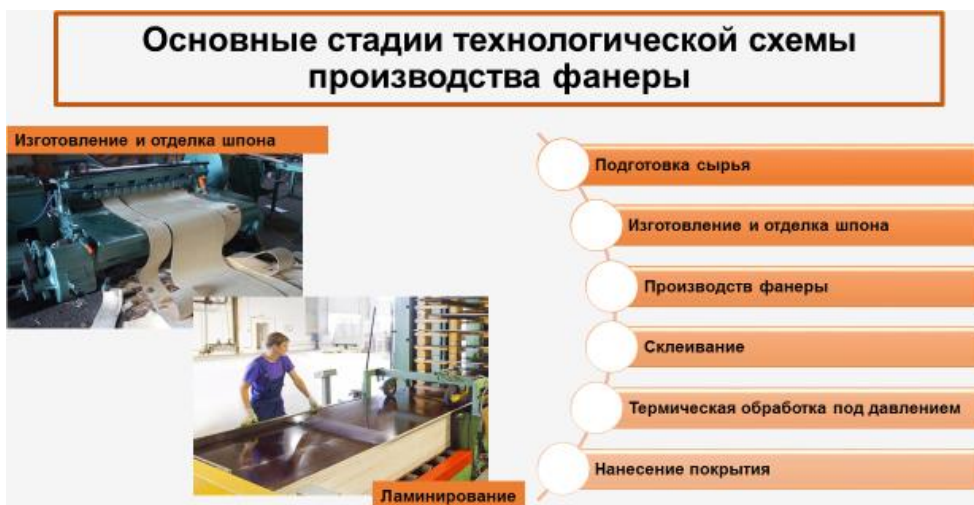


Рис. 8. Основные стадии производства фанеры

Основное оборудование для производства фанеры — это окорочный станок, ванна для замачивания заготовок, лущильный станок, гильотина, станок для нанесения клея, линия для склеивания и др. (рис. 9).



Рис. 9. Основное оборудование для производства фанеры

Продукцией предприятия будет являться фанера марки ФСФ. Этот материал отличается высокой прочностью, влагостойкостью, гибкостью и с успехом применяется в строительстве (рис. 10).

Основными источниками выделения загрязняющих веществ на предприятии будут: клеенаносящие вальцы при сборке пакетов фанеры, прессы, станки на линии обрезки фанеры, а выбросы загрязняющих веществ будут через различные трубы (рис. 11).



Рис. 10. Продукция виртуального предприятия



Рис. 11. Основные источники выделения и выбросов ЗВ в цехах шпона и фанеры

В процессе производства фанеры на предприятии выделяются загрязняющие вещества I, II, III, IV классов опасности (рис. 12). Доминируют вещества III класса опасности, причем как органические, так и неорганические. Традиционно для любого фанерного завода самый большой объем выбросов будет приходиться на пыль неорганическую (например, на СФЗ — 300 т/год).

Инженерная защита атмосферного воздуха от пыли возможна при использовании рукавных фильтров и циклонов (рис. 13) [4].

Расчет параметров рукавного фильтра показывает, что при фильтровальной площади рукавов 13,5 м² и скорости потока во входном патрубке 0,135 м², эффективность пылеулавливания составит 99 %. Под такие параметры подходит рукавный фильтр РЦИ стоимость 53 тыс. руб. [6].

Технические характеристики рукавного фильтра свидетельствуют, что производительность на таких фильтрах может быть до 100 тыс. м³/ч. Фильтрующий материал — нетканое иглопробивное волокно. Рукавный фильтр надежный, компактный и долговечный (рис. 14).

Анализ выбросов загрязняющих веществ по классам опасности

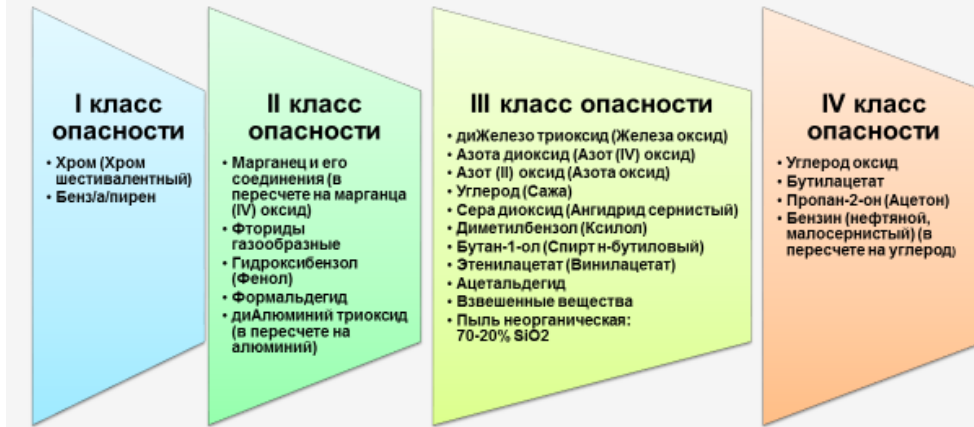


Рис. 12. Анализ выбросов загрязняющих веществ по классам опасности

ИНЖЕНЕРНАЯ ЗАЩИТА АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА

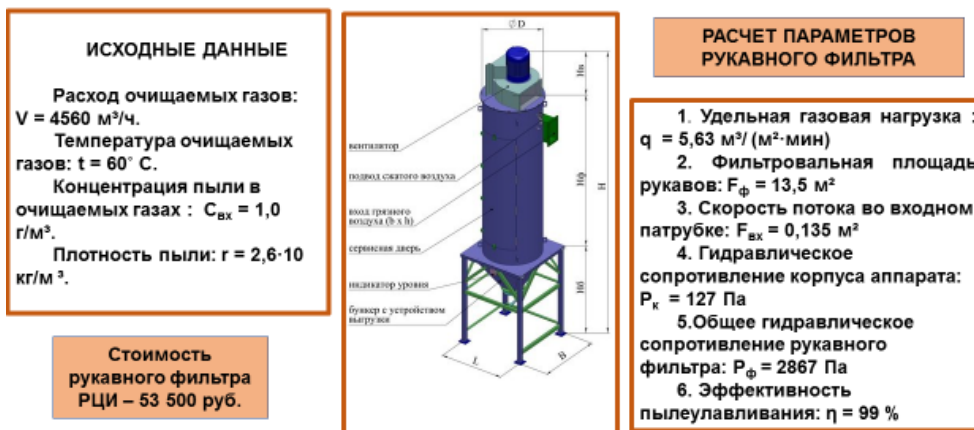


Рис. 13. Инженерная защита атмосферного воздуха

ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ РУКАВНОГО ФИЛЬТРА

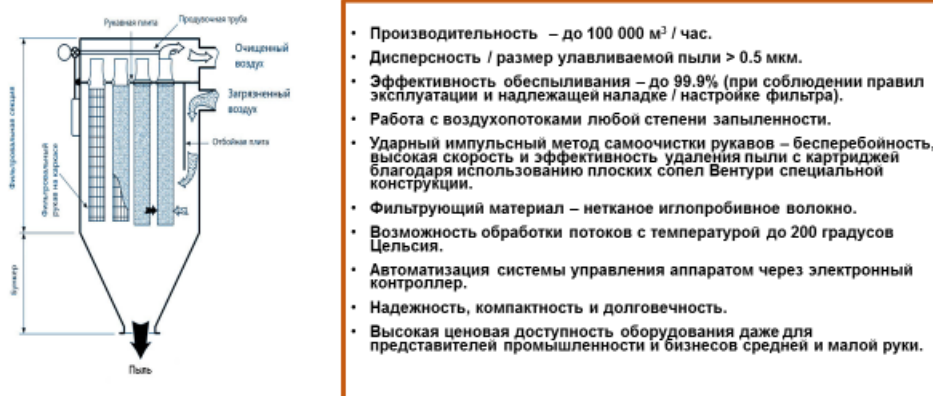


Рис. 14. Технические характеристики рукавного фильтра

В связи с тем, что фанерный завод по степени воздействия на окружающую среду относится к предприятиям II категории, обеспечение экологической безопасности атмосферного воздуха на будущем предприятии будет складываться из постановки предприятия на государственный учет и получения категории объекта, разработки нормативов допустимых выбросов, оформлении декларации о воздействии на окружающую среду, учета выбросов и сдачи в Росприроднадзор отчета по форме 2-ТП (воздух), отчета по производственному экологическому контролю и декларации о плате за НВОС (рис. 15).



Рис. 15. Обеспечение экологической безопасности атмосферного воздуха на виртуальном предприятии II категории

Поскольку для строительства большого производства потребуются миллиардные инвестиции, экономические показатели были представлены для мини-завода. Так, для строительства мини-завода потребуется 2,96 млн руб., на покупку оборудования — 2,16 млн руб. Чистая прибыль предприятия составит 280 тыс. руб./мес., это позволит постепенно собрать финансовые средства на расширение производства. Окупаемость предлагаемого проекта — 10 мес. (рис. 16).



Рис. 16. Техничко-экономические показатели проекта

Таким образом, предлагается бизнес-проект строительства современного фанерного завода, позволяющего производить фанеру водостойкую, строительную марки ФСФ до 260 тыс. куб. м из березового кряжа (до 750 тыс. куб. м). Для накопления собственных инвестиций первоначально предлагается построить мини-завод производительностью 50 куб. м/год, который потребует небольших капитальных вложений 2,96 млн руб. Чистая прибыль такого завода — 280 тыс. руб./мес. Окупаемость проекта — 10 мес.

В процессе производственной деятельности фанерного завода в атмосферу будут выбрасываться загрязняющие вещества, относящиеся к I—IV классам опасности. Для инженерной защиты атмосферного воздуха предлагается установить рукавный фильтр РЦИ-15,6-24 с площадью поверхности фильтрации $F = 15,6 \text{ м}^2$, гидравлическим сопротивлением фильтра $R_{\text{ф}} = 2867 \text{ Па}$, степенью очистки фильтра $\eta = 99 \%$. Кроме того, предлагается установить 2 циклона марки ЦН, с расчетным диаметром 0,6 м и скоростью потока в циклоне 4,52 м/с, обеспечивающих 98 % очистку от пыли.

Для обеспечения экологической безопасности на фанерном заводе предусматривается разработка необходимой разрешительной документации и соблюдение экологических норм и правил.

Библиографический список

1. Производство фанеры в России — 2020 г. // Лес Онлайн : [сайт]. — URL: https://www.lesonline.ru/analytic/?cat_id=12&n=399785 (дата обращения: 05.04.2023).
2. Производители фанеры: 42 завода из России // o-zavodah.ru : [сайт]. — URL: <https://o-zavodah.ru/zavody-proizvoditeli-fanery/> (дата обращения: 07.04.2023).
3. Технологический процесс производства фанеры // ООО «Олбест» : [сайт]. — URL: https://knowledge.allbest.ru/manufacture/2c0a65635b3bd68b4d43a89521206c27_0.html (дата обращения: 04.04.2023).
4. Оборудование и аппараты для очистки газов, выбросов и улавливания пыли // ООО «СИБЭЛКОН» : [сайт]. — URL: <https://sibelkon.ru/base/ulavlivanie-pyli/> (дата обращения: 05.04.2023).
5. Конык О.А. Методология и практика чистого производства : учебное пособие / О. А. Конык; Сыкт. лесн. ин-т. — Сыктывкар : СЛИ, 2018. — URL: <http://lib.sfi.komi.com> (дата обращения 05.04.2023).
6. Расчет рукавного фильтра // Студопедия : [сайт]. — URL: https://studopedia.su/12_2337_raschet-rukavnogo-filtra.html (дата обращения: 07.04.2023).

Приведена информация по лесоводственно-экологическому воздействию лесных машин на лесную среду при выполнении сплошных рубок. Отмечено негативное влияние на лесную экосистему использование скандинавских машин харвестер + форвардер. Предложен вариант технологического процесса заготовки леса сортиментами на лесосеке и с использованием технологических и транспортно-технологических машин манипуляторного типа с целью выполнения лесоводственных требований.

Ключевые слова: лесоводственные требования, сплошные рубки, технологический процесс

А. Ф. Кульминский,

кандидат технических наук, доцент;

А. Л. Арихин,

студент 4 курса, направление подготовки МиОЛК
(Сыктывкарский лесной институт)

ОТНОШЕНИЕ К ЭКОЛОГИИ ПРИ ЗАГОТОВКЕ ДРЕВЕСИНЫ СОРТИМЕНТАМИ В РЕСПУБЛИКЕ КОМИ

Критериями оценки влияния различных технологических процессов и систем технологических и транспортно-технологических машин на лесную среду при выполнении сплошных рубок являются лесоводственно-экологические параметры последствий их применения. К ним относятся:

1. Воздействие на не подлежащие рубке тонкомерные деревья и подрост, живой подпочвенный покров и верхние горизонты почвы, которые в дальнейшем определяют характер и направление лесовосстановительных процессов на вырубках.

2. Параметры роста и эффективности насаждений при естественном и искусственном лесовозобновлении.

При выполнении сплошных рубок остаются последствия на почве и растущем древостое. Решающим фактором качества выполненных работ по экологическим параметрам является ответственность операторов при механизированных технологических процессах.

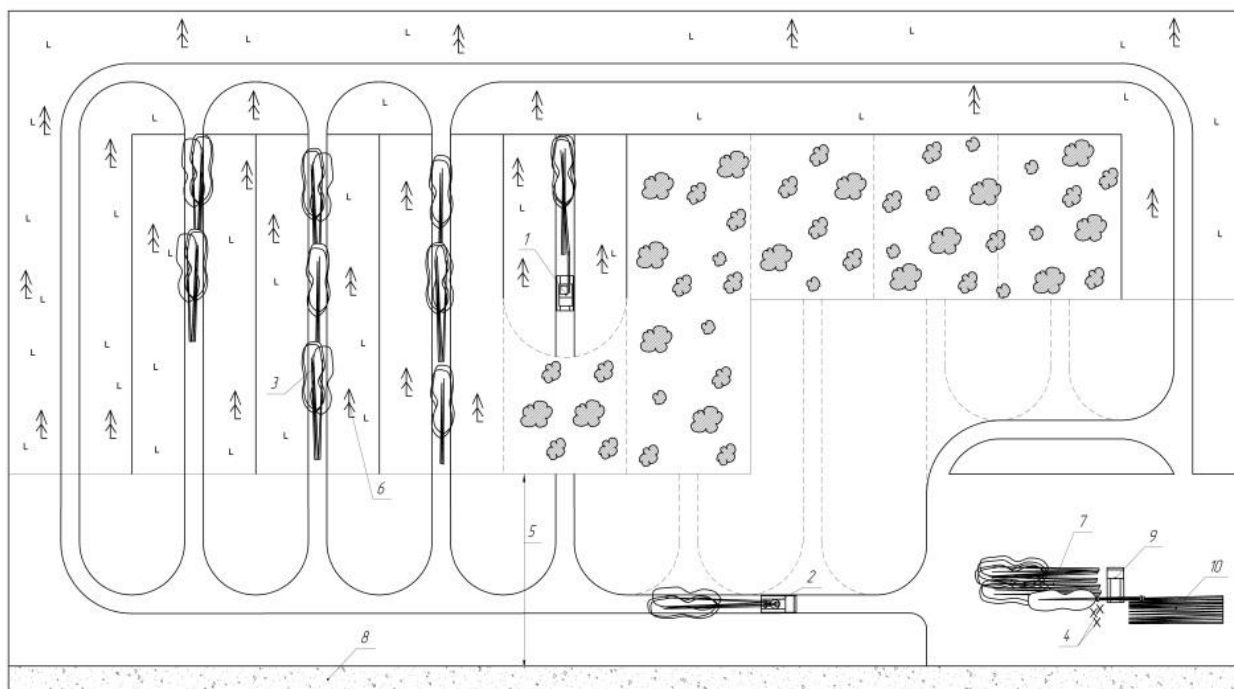
Повреждения оставленного на доращивание древостоя подразделяются по месту их нахождения на стволовые и корневые. Стволовые располагаются выше шейки корня, а корневые — ниже. По глубине ранения деревьев повреждения подразделяются на поверхностные и глубокие.

При заготовке древесины хлыстами имеют место быть следующие повреждения:

1. Обдиры коры оставленных на доращивание деревьев при контакте металлоконструкций рабочего органа валочно-пакетирующей машины (ВПМ) и падающего дерева, а также в нижней части ствола вдоль волока при трелевке пачки деревьев.

2. Корневых систем вследствие уплотнения почвы из-за увеличения твердости по колее гусеничных бесчokerных трелевочных машин (БТМ).

При использовании технологических процессов заготовки леса хлыстами [1] наблюдается некоторые повреждения подроста и оставленных на доращивание деревьев. Однако как показали исследования при использовании ВПМ ЛП-19А и МЛ-119А на лесосеке остается до 70 % подроста, что обеспечивает устойчивое лесовозобновление (рис. 1).



- | | |
|-------------------------------------|--------------------------------|
| 1 – валочно-пакетирующая машина; | 6 – подрост; |
| 2 – бесчирочная трелевочная машина; | 7 – штабель деревьев; |
| 3 – пачка деревьев; | 8 – участок лесовозной дороги; |
| 4 – сучья и порубочные остатки; | 9 – сучкорезная машина; |
| 5 – зона безопасности; | 10 – штабель хлыстов. |

Рис. 1. Технологический процесс заготовки леса хлыстами

В настоящее время в силу ряда объективных и субъективных причин технологический процесс заготовки леса хлыстами в РК практически не используется. Основным технологическим процессом при сплошных рубках является заготовка сортиментами на лесосеке [2]. При использовании этих процессов (рис. 2) наблюдаются следующие повреждения:

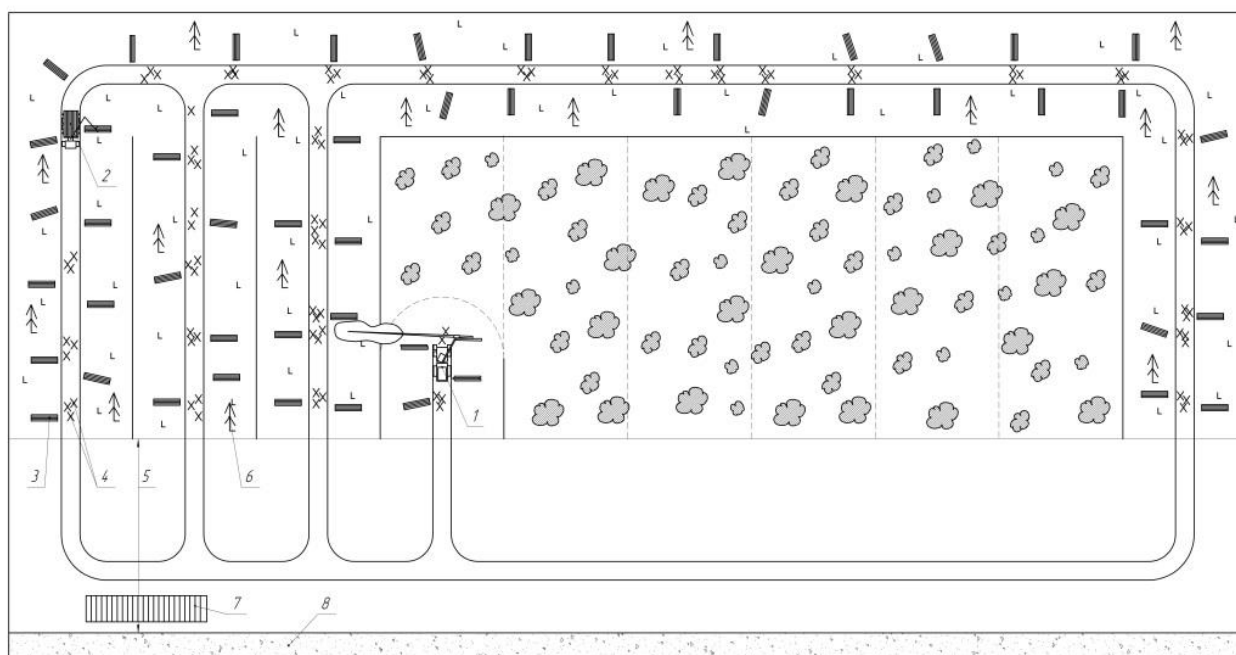
1. Практически полное уничтожение подроста, значительно превышающим значения при которых возможно устойчивое естественное лесовозобновление.

2. Стволов, коры, ветвей оставленных на доращивание деревьев от ударов органов технологического оборудования харвестеров и падающих при валке на стену леса оставляемых деревьев.

3. Корневой системы оставленной на доращивание деревьев, что обусловлено проходами форвардеров перевозящих сортименты из лесосек к лесовозным дорогам. Так как 70 % корневой системы деревьев располагаются в верхнем гумусовом слое, то колёсная ходовая система форвардеров разрушает и сдирает гумусовый слой горизонта, а на слабонесущих грунтах выполняется деструкция и перемешивание горизонтов почвы. При этом наблюдается переломы и

надрывы корней, обдиры их коры, а у достаточно глубокозалегающих на песчаных и гравийных почвах всеобщего сдвига образованных по частям. При буксовании форвардеров в РК наблюдается их проходы уже непосредственно на полупасаках. В нарезанной колее застаивается вода.

4. Лесного почвенного покрова, представляющего минеральный тонкий гумусовый слой, который влияет на интенсивность роста деревьев и качество древесины. Если почва не уплотнена, то корневые ходы, трещины и другие внутриполостные образования способствуют оптимальному развитию корней и обеспечивают прирост деревьев.



- | | |
|---------------------------------|---------------------------|
| 1 - харвестер; | 5 - зона безопасности; |
| 2 - форвардер; | 6 - подрост; |
| 3 - пачка сортиментов; | 7 - штабель сортиментов; |
| 4 - сучья и порубочные остатки; | 8 - ус лесовозной дороги. |

Рис. 2. Технологический процесс заготовки леса сортиментами

Проход харвестера [5] (форвардера) обуславливает уплотнение почвы под колёсами, снижение скорости роста деревьев из-за повреждения мелких корней. Вследствие уплотнения почвы снижается объём пор, снижается воздушно-водный климат, ухудшающий физиологическое функционирование поверхностных систем деревьев и оказывает отрицательное воздействие на водный баланс.

Тем не менее, несмотря на очевидное отрицательное воздействие на лесную экосистему РК вследствие высокой производительности и других преимуществ вытеснена заготовка леса хлыстами.

Необходимо отметить то обстоятельство, что за период использования систем машин «харвестер + форвардер» (более 30-ти лет) по неизвестным причинам не проводились исследования по их влиянию на лесную экосистему РК.

С целью снижения отрицательного воздействия на лесную экосистему предлагается вариант заготовки леса сортиментами на лесосеке на слабонесущих грунтах, соответствующих около 70 % всех лесопокрытых площадей РК.

Для реализации предлагаемого варианта технологического процесса необходимо использование технологических и транспортно-технологических машин лесокультурного типа на гусеничном ходу с широкой гусеничной лентой.

По окончании обработки всех положенных к рубке деревьев в пределах максимального вылета стрелы манипулятора, технологическая машина прорубает технологический коридор дальше и продолжает выполнение технологического процесса по освоению пасеки.

После окончания освоения лесосеки вершины, сучья, ветви остаются в пределах технологического коридора, укрепляя его для проходов транспортно-технологической машины.

В технологическом процессе освоения лесосеки предусматривается использование транспортно-технологической машины манипуляторного типа (форвардера) работающего по челночному способу с целью упрощения поворотов (разворотов) при движении с грузом и без него. При использовании этого способа можно минимизировать разрушение гумусового слоя, а также перемешивания и деструкции почвы.

Челночный способ использования транспортно-технологической машины может быть реализован с помощью реверсивного кресла оператора и установкой органов управления её движения (джойстиков) на подлокотниках.

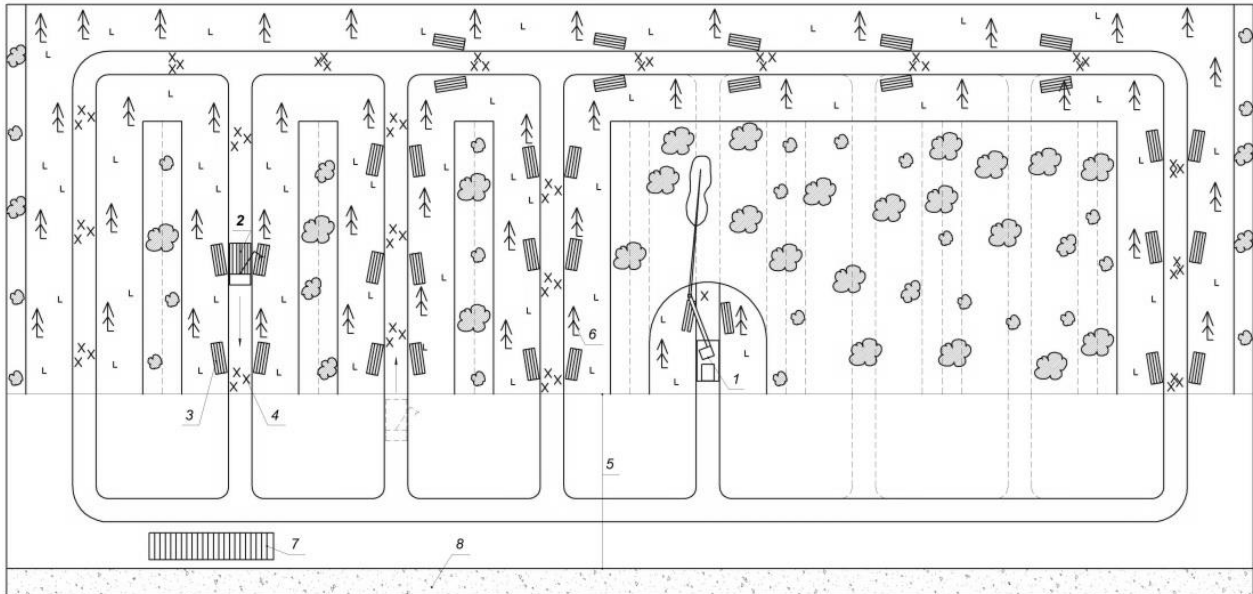
Движение на лесосеку осуществляется задним ходом с проездом расположенных вдоль технологического коридора сортиментов на нужное расстояние, при котором на обратном движении вперёд можно было заполнить грузовую платформу пиловочником или балансом расположенному с левой или правой стороны пасечной ленты.

Проезд загруженной транспортно-технологической машины выполняется передним ходом с погрузкой лесоматериалов в штабель, расположенным у лесовозной дороги.

Выводы.

1. При использовании предложенного варианта технологического процесса заготовки леса сортиментами на лесосеке (рис. 3) и соответствующей подготовке операторов можно добиться сохранения подроста и приспевающих деревьев до 70 %, что обеспечит устойчивое естественное лесовосстановление и существенно снизит затраты на посадку сеянцев.

2. Использование технологических и транспортно-технологических машин на гусеничном ходу с широкой гусеничной лентой обеспечит давление на грунт не более 50 кПа, которое рекомендовано для выполнения лесосечных работ на слабонесущих грунтах РК [3, 4].



- | | |
|--|---------------------------|
| 1 - лесозаготовительная машина; | 5 - зона безопасности; |
| 2 - лесная погрузочно-транспортная машина; | 6 - подрост; |
| 3 - щель сортиментов; | 7 - штабель сортиментов; |
| 4 - сучья и порубочные остатки; | 8 - ус лесовозной дороги. |

Рис. 3. Предложенный вариант технологического процесса заготовки леса сортиментами

Библиографический список

1. Сравнение технологий лесосечных работ в лесозаготовительных компаниях Республики Карелия / В.С. Сютёв, А.П. Соколов, А.П. Коновалов, В.К. Катаров. — Йоэнсуу: НИИ леса Финляндии METLA, 2008. — 624 с.
2. Средооадающие технологии разработки лесосек в условиях Северо-Западного региона Российской Федерации / И.В. Григорьев, А.И. Жукова, О.И. Григорьева, А. В. Иванов. — Санкт-Петербург: ЛТД, 2008 — 174 с.
3. Лесной кодекс Российской Федерации. — Москва : Омега — Л, 2009. — 48 с.
4. Рекомендации по защите лесных почв от повреждения при проведении лесозаготовительных работ в Республике Коми / Ю. А. Паутов, Д. П. Засухин, В. С. Серый, Н. С. Минин — Сыктывкар, 2004 — 18 с.
5. Савиных, Т. И. Сравнительный анализ способов заготовки древесины харвестером по критерию производительности и удельной энергоёмкости / Т. И. Савиных, М. А. Савиных, С. Б. Якимович // Леса России и хозяйство в них. — 2021. — № 4. — С. 69—74.

В статье рассматриваются теоретические и практические вопросы кластерного развития региона.

Ключевые слова: лесной сектор, лесной кластер, инвестиционные проекты, эффективное использование лесных ресурсов

И. В. Левина,
кандидат экономических наук, доцент;
И. И. Иваницкая,
кандидат экономических наук
(Сыктывкарский лесной институт)

НОВЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ КЛАСТЕРНОГО РАЗВИТИЯ ЛЕСНОГО СЕКТОРА

Основной целью реализации кластерной политики в республике Коми было определено обеспечение высоких темпов интенсивного экономического роста за счет повышения конкурентоспособности уже действующих предприятий и организаций, относящихся к крупному и малому бизнесу, расширение их возможностей в области реализации инвестиционных проектов, в том числе социально значимых, что положительно сказывается на социально-экономическом развитии всего региона. Среди перспективных направлений развития лесных регионов особое место занимает создание лесных и деревообрабатывающих кластеров, которые становились бы основой территориально-производственных или инновационных кластеров.

В Методических рекомендациях Министерства экономического развития РФ по реализации кластерной политики в северных территориях нашей страны среди основных направлений названы:

- содействие институциональному развитию кластеров;
- формирование благоприятных условий для развития кластеров;
- развитие механизмов поддержки проектов, направленных на повышение конкурентоспособности предприятий;
- содействие эффективному взаимодействию и взаимовыгодной кооперации предприятий [1].

Кластерный подход к развитию предприятий на определенной территории даже с позиции государства становится более предпочтительным, чем классическое отраслевое развитие, поскольку наличие на территории некоего градообразующего предприятия с четким вертикальным взаимодействием только с отраслевыми структурами еще не является залогом успешного развития и функционирования города, района или региона.

Вопросы развития лесопромышленного комплекса для нашей республики являются в наивысшей степени актуальными, поскольку ЛПК — ведущая отрасль региона. По результатам работы в 2021 г. Республики Коми заняла третье место по выпуску пиломатериалов среди регионов Северо-Западного федерального округа. В целом за 2022 г., вследствие негативного влияния на экономику

антироссийских санкций, производство снизилось практически по всем видам лесопродукции: производство пиломатериалов — на 9 %; древесно-стружечных плит — на 7 %; древесноволокнистых плит — на 12 %; фанеры на — 18 %; картоно-бумажной продукции — на 4 %.

Драйвером развития лесопромышленного комплекса в Республике Коми в настоящее время является механизм реализации приоритетных инвестиционных проектов в области освоения лесов. С 2007 по 2022 г. в перечень приоритетных инвестиционных проектов региона было включено 11 таких проектов с планируемым объемом инвестиций 36,5 млрд руб. На начало 2023 г. девять проектов были реализованы. Фактически было освоено 34 млрд руб. В результате были созданы новые и модернизированы действующие мощности республиканских предприятий лесного комплекса, а также создано около 2 тыс. рабочих мест, что является важнейшим фактором дальнейшего развития ведущей отрасли региона [2].

Эффективное использование лесных ресурсов является важнейшим направлением развития не только региона, но и страны в целом. Это показали результаты совещания, проведенного главой государства в Архангельской области в феврале 2023 г. По результатам данной встречи были приняты ключевые решения, позволяющие надеяться на дальнейшее перспективное развитие ЛПК в стране, — это:

- развитие ипотечного кредитования на строительство деревянных домов в стране с акцентом на использование применяемых типовых проектов домостроения, особенно в рамках программы расселения из аварийного жилья;

- выделение 15 млрд руб. на перевод муниципальных котельных с угля и мазута на биотопливо: пеллеты и гранулы из древесины. Использование биотоплива с учетом планирования на долгосрочную перспективу позволит предприятиям ЖКХ приобретать его по стабильным ценам. Это делает перевод с одного вида топлива на другой экономически обоснованным и целесообразным, а также обеспечивает производителям биотоплива гарантированные объемы сбыта;

- субсидирование морских перевозок продукции деревообработки предприятий Северо-Запада.

Очевидно, что реализация данных направлений развития лесной отрасли потребует значительных усилий со стороны не только ведущих предприятий, но и средних, малых предприятий, а также властей ряда лесных регионов. Наиболее приемлемой формой взаимодействия всех хозяйствующих субъектов и органов власти может быть кластер.

Лесной кластер позволяет объединить усилия предприятий различной организационно-правовой формы и различных размеров при реализации наиболее значимых для отрасли и конкретной территории проектов. Понимание значимости развития такой формы взаимодействия предприятий на всей территории страны привело к созданию Ассоциации кластеров и технопарков России (АКИТ России), организации, занимающейся помощью в открытии и функционировании кластеров в разных регионах Российской Федерации.

Что касается развития кластерной инфраструктуры в Республике Коми, следует отметить, что новый всплеск интереса к кластеру в лесопромышленном комплексе был отмечен в 2021 г. В результате нескольких встреч руководства АКИТ России с представителями власти и бизнеса региона в конце 2020 —

начале 2021 г. было подписано Соглашение о сотрудничестве между Правительством РК и АКИТ России, а уже в апреле 2021 г. — Соглашение о создании Деревообрабатывающего кластера Республики Коми. В итоге 28 сентября 2021 г. Деревообрабатывающий кластер Республики Коми был включен в реестр промышленных кластеров Министерства промышленности и торговли РФ. В состав нового кластера вошли 13 производственных предприятий, две инфраструктурные площадки и одна образовательная организация [3].

Такая структура позволяет представлять кластер пиломатериалами, погонажными изделиями, клееным брусом, мебельными щитами, целлюлозой, картоном и бумагой, брикетами, биотопливом для ТЭС, талловым маслом, производством металлоконструкций, полиграфией. На момент регистрации Деревообрабатывающего кластера уровень кооперации участников составлял 22,4 %; на предприятиях кластера работало в 2021 г. 8557 работников [4].

Деревообрабатывающий кластер — вторая попытка республики начать применять более эффективный и продуктивный метод формирования горизонтальных связей между предприятиями различных форм собственности и размеров, относящихся к смежным отраслям с доминирующей лесной отраслью. Что, очевидно, будет способствовать дальнейшему развитию экономики всего региона, а не отдельных предприятий и отраслей.

Подводя итог всему вышесказанному, полагаем, что в настоящее время есть две возможности для активизации деятельности Деревообрабатывающего кластера — это:

- 1) формирование нефтегазового кластера Республики Коми, деятельность которого может положительно сказаться на экономике региона. Опыт функционирования предприятий нефтегазовой отрасли, объединенных кластером, с возможностью получения дополнительных средств государственной поддержки, может быть положительным примером для республики, что вполне обоснованно может привести к активизации деятельности Деревообрабатывающего кластера. На самом деле для региона непринципиально, какой кластер начнет функционировать первым. Главное, чтобы сформировалась положительная практика горизонтального взаимодействия предприятий при решении совместных проектов, в том числе связанных с социально-экономическим развитием территории;

- 2) реализация тех направлений развития лесопромышленного комплекса страны, которые были озвучены Президентом России на совещании в Архангельской области. Выделение федеральных средств на перевод муниципальных котельных с мазута на биотопливо дает возможность восстановить досанкционные объемы производства пеллет и древесных гранул не только на действующих предприятиях республики, но и наращивать объемы данной продукции путем расширения возможностей малого и среднего бизнеса. Совместная координация деятельности республиканских предприятий различных форм собственности по производству биотоплива возможна как раз в рамках Деревообрабатывающего кластера. А развитие ипотечного кредитования на строительство деревянных домов в рамках программы расселения из аварийного жилья может в итоге привести к созданию новых видов бизнеса в регионе — строительству деревянных домов разной этажности, по разным типовым проектам «под ключ». Такая перспектива лучше всего, по нашему мнению, может быть реализована в кластере.

Библиографический список

1. О промышленных кластерах и специализированных организациях промышленных кластеров : постановление Правительства РФ от 31.07.2015 N 779 // СПС «КонсультантПлюс» (дата обращения: 14.02.2023).
2. О лесопромышленном кластере Республики Коми. — URL: <http://minprom.rkomi.ru/page/15900/> (дата обращения: 14.02.2023).
3. В карту развития деревообрабатывающего кластера Республики Коми вошли 14 предприятий-участников. — URL: <https://econom.rkomi.ru/v-kartu-razvitiya-derevoobrabatyvayushchego-klastera-respubliki-komi-voshli-14-predpriyatij-uchastnikov> (дата обращения: 14.02.2023).
4. Власти Коми помогают бизнесу решать проблемы в лесопромышленной отрасли. — URL: <https://ourreg.ru/2022/12/08/vlasti-komi-pomogajut-biznesu-reshat-problemy-v-lesopromyshlennoj-otrasli/> (дата обращения: 12.02.2023).

Управление рисками является постоянной заботой современных организаций с точки зрения финансов, людей, активов, проектов и репутации. Риск — это, по сути, человеческая конструкция: то, как мы воспринимаем его и управляем им, диктуется нашим отношением, поведением, средой или организационной культурой, в которой мы работаем. Организации, стремящиеся снизить риск, управлять им, передавать или использовать его, должны понимать психологические аспекты, определяющие реакцию и поведение сотрудников, клиентов и заинтересованных сторон. В данной статье исследуются влияние психологического капитала и организационной культуры на эффективность управления рисками.

Ключевые слова: управление рисками, психологический капитал, психологические аспекты, риск, психология риска.

З. Н. Омарова,
кандидат экономических наук
(Сыктывкарский лесной институт)

ПСИХОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ УПРАВЛЕНИЯ РИСКАМИ В ОРГАНИЗАЦИИ

За последние несколько лет психологи и ученые помогли углубить наше понимание психологии человека и, в частности, того, как люди реагируют на рискованные и кризисные ситуации. Психология риска — это изучение и понимание психических процессов, лежащих в основе наших реакций на рискованные ситуации, признание влияния риска и разработка механизмов, которые могут помочь людям принимать обоснованные решения перед лицом риска.

По статистике в основе каждой катастрофы, связанной с управлением рисками, за последние 15 лет, включая финансовые катастрофы, лежали психологические проблемы. Поэтому при управлении рисками очень важно глубокое понимание человеческой психологии.

Проблема влияния психологических аспектов на развитие системы управления рисками исследуется недавно и мало изучена в России. Психологический капитал представляет собой новую форму капитала, которая фокусируется на том, «кто вы есть» и, что еще более важно, «кем вы можете стать», используя человеческий потенциал.

Позитивный психологический капитал — как позитивное состояние развития человека, характеризующееся высокой самоэффективностью, оптимизмом, надеждой и устойчивостью. Позитивный психологический капитал сочетает в себе некоторые компоненты и человеческого, и социального капитала, тем самым позволяя человеку «развивать свое личное “Я” и свое возможное “Я”». Однако концепция позитивного психологического капитала имеет более широкое содержание, чем человеческий капитал (характеризуется наличием знаний, навыков) и социальный капитал (характеризуется знанием социального мира).

В табл. 1 приводятся перечень основных форм капитала и их определения.

Из табл. 1 видно, что все формы капитала описывают различные явления и отличаются по своему содержанию. Что касается психологического капитала, то

он локализован в человеке. Применительно к управлению рисками психологический капитал представляет собой индивидуальный ресурс риск-менеджера, характеризующийся готовностью идти на риск, умением противостоять любым непредвиденным трудностям и способствующий повышению психологической удовлетворенности, формированию позитивных установок. Основным эффектом этого ресурса — повышение производительности труда.

Таблица 1. Перечень основных форм капитала и их определения

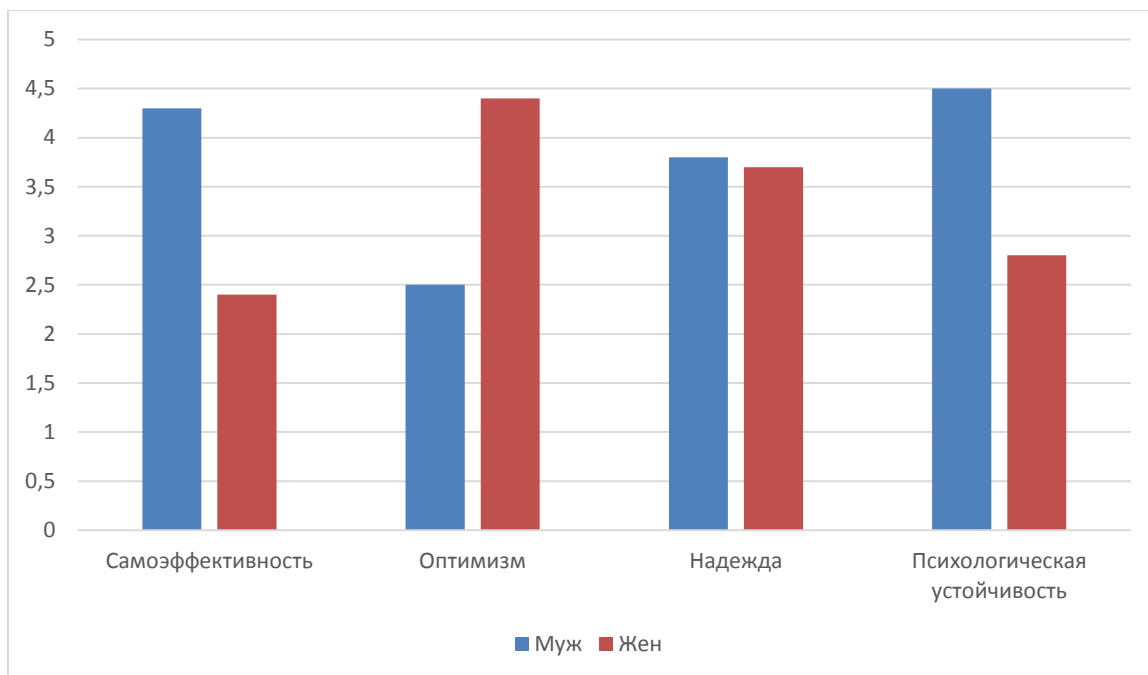
Форма капитала	Определение
Человеческий	Запас знаний, навыков и способностей, которые есть у каждого человека и которые могут использоваться в производственных целях и повышают продуктивность труда [1]
Социальный	Прочная сеть социальных взаимодействий и взаимоотношений, существующих между людьми, нормы этих отношений и доверие, т. е. все, что позволяет участникам отношений действовать совместно более эффективно в достижении общих целей [2]
Психологический	Ресурсы личности (надежда, самоэффективность, оптимизм и психологическая устойчивость), которые позволяют справляться с рабочим стрессом и достигать более высокой продуктивности в работе [3]
Социально- психологический	Системно организованный и сбалансированный ресурс социально-психологических отношений личности к обществу в целом и к своему непосредственному окружению, основанный на доверии и способствующий повышению субъективного благополучия и адаптированности личности в обществе [4]

Как выяснилось, сотрудники с высоким уровнем психологического капитала, работают лучше, поскольку они могут использовать больше ресурсов для достижения целей. Наиболее важным является то, что психологический капитал можно развить с помощью обучающих мероприятий, что делает его полезным и осязаемым конструктом способным оказывать позитивное влияние на отдельных людей и даже целые организации.

Считается, что развитие возможностей корпоративного управления рисками тесно связано с внутренними качествами и характеристиками риск-менеджеров. Деловые установки менеджеров среднего звена, а именно их психологический капитал, могут стать основой для дальнейшего выживания и существования компаний.

На рисунке представлены результаты исследования уровня психологического капитала у риск-менеджеров, представляющих сферу услуг, производство, высокие технологии, военную сферу. В исследовании приняло участие 47 респондентов в возрасте от 22 до 45 лет, из них мужчин 29 (61 %) и женщин 18 (39 %). Проводилась комплексная оценка психологической устойчивости респондентов, способность менеджера быть сильным в ситуациях неопределенности и риска, способность позитивно оценивать себя и свои возможности по управлению рисками, а также способности понимать психические состояния других людей. Оценивался каждый из компонентов психологического капитала: самоэффективность, оптимизм, надежда и психологическая устойчивость. Каждый из четырех компонентов психологического капитала измерялся шестью пунктами.

Респондентам предлагалось оценить утверждения в зависимости от шкалы. Каждая шкала измеряет свой уникальный размер психологического капитала. Общая оценка психологического капитала рассчитывается как среднее значение всех пунктов.



Уровень психологического капитала риск-менеджеров

Из рисунка видно, что у женщин в большей степени выражены два параметра: оптимизм и надежда, в меньшей степени — самооффективность и психологическая устойчивость. У мужчин меньше выражен параметр — оптимизм. Опираясь на результаты анализа можно сделать вывод, что обобщенный показатель психологического капитала у мужчин выше, чем у женщин.

Анализ показал так же, что риск-менеджеры с высоким уровнем психологического капитала обладают умственным ресурсом и способностью справляться с трудными ситуациями, разрешать различные внутренние споры или конфликты, что важно для подготовки к нестабильной рыночной экономике. Риск-менеджеры с высоким уровнем психологического капитала развивают или улучшают связанные с бизнесом возможности управления рисками, включая управление коммерческими расходами, организацию разработки продуктов, управление этикой и управление кредитованием. Менеджеры с высоким положительным психологическим капиталом, как правило, имеют способности к взаимному сотрудничеству и отличные навыки решения проблем в межличностных отношениях. Доказано, что способность компании управлять рисками оказывает положительное влияние на эффективность управления компанией. Когда возможности управления рисками становятся очевидными, члены организации работают более эффективно, улучшается имидж организации, могут быть достигнуты конкурентные преимущества и улучшается система работы.

Склонность человека реагировать на неопределенность также влияет на способность компании управлять рисками. Менеджеры, которые смело реагируют

на неопределенность, активно собирают информацию и находят способы преодоления рисков, как правило, развивают способность управления рисками и добиваются более высоких результатов в управлении рисками. Результаты этого исследования показывают, что психологический капитал высшего руководства и менеджеров компании является важным элементом для укрепления бизнеса компании, возможностей управления рисками и развития сильной организационной культуры.

Культура управления рисками — создание в организации такой среды, которая бы способствовала выявлению, оценке и снижению рисков, а также открытой коммуникации о рисках. Каким бы хорошим или простым процесс управления рисками ни был, если сотрудники и руководители его отвергают, компания не сможет управлять рисками.

В целом организационную культуру можно охарактеризовать как существующую в организации систему ценностей и способов поведения. Благоприятная организационная культура помогает создавать и поддерживать психологический капитал организации. Организационная культура компании может дифференцировать и укреплять ее корпоративный имидж [5]. Правильное формирование корпоративной культуры внутри компании может позволить ее сотрудникам легко общаться, принимать более обоснованные решения и испытывать повышенное психологическое удовлетворение. Организационная культура считается важным элементом, помогающим компаниям эффективно добиваться результатов в бизнесе.

Отсутствие сильной организационной культуры может усугубить риск и привести к ненужным ошибкам в периоды стресса и неопределенности. Необходимо стремиться развивать сильную организационную культуру, в которой сотрудники будут чувствовать себя в безопасности и чем чаще команда будет испытывать положительные эмоции, тем шире будет влияние, помогающее людям развивать свой психологический капитал, повысить их производительность и удовлетворенность работой, а также улучшить итоговую прибыль.

Подводя итог вышесказанному, весьма важным и актуальным является повышение уровня психологического капитала риск-менеджеров и формирование сильной организационной культуры с учетом их совокупного влияния на эффективность управления рисками.

Библиографический список

1. Муртазина, Р. Б. Человеческий капитал: школы, подходы и формы развития / Р. Б. Муртазина // Экономика и финансы (Узбекистан). — 2012. — № 8. — URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/chelovecheskiy-kapital-shkoly-podhody-i-formy-razvitiya> (дата обращения: 10.04.2023).
2. Михайличенко, В. Е. Психология развития личности : монография / В. Е. Михайличенко. — Хабаровск : НТУ «ХПИ», 2015. — 388 с.
3. Татарко, А. Н. Исследования социального капитала в поликультурном обществе: теоретико-методологические проблемы и важнейшие результаты / А. Н. Татарко // Социальная психология и общество. — 2021. — Т. 12. — № 4. — С. 34-52.
4. Омарова, З. Н. Риск-менеджмент : учебное пособие / З. Н. Омарова. — Казань : Изд-во "Бук", 2017. — 126 с.

В рамках данной публикации освещены материалы первого этапа исследований состояния молодых посадок в насаждениях города Сыктывкара, проведенных в 2021—2022 гг.

Ключевые слова: зеленые насаждения, молодые древесные посадки, местная флора, интродуцированные виды

Е. И. Паршина,
кандидат биологических наук, доцент
(Сыктывкарский лесной институт)

СОСТОЯНИЕ ДРЕВЕСНО-КУСТАРНИКОВЫХ РАСТЕНИЙ НА ГОРОДСКИХ ОБЪЕКТАХ ОЗЕЛЕНЕНИЯ ПОСЛЕ РЕКОНСТРУКЦИИ

Зеленые насаждения в городской среде являются одним из основных природных компонентов, снижающих содержание вредных веществ в воздухе населенных мест, обеспечивающих создание особого городского микроклимата. Являясь неотъемлемым градостроительным элементом, зеленые насаждения обеспечивают организацию городского пространства, выполняют санитарно-гигиенические и рекреационные функции, определяют архитектурно-художественный облик города.

В условиях техногенной нагрузки, специфических микроклиматических условий города, несоблюдения правил создания и содержания городских насаждений происходит снижение жизненного состояния зеленых растений.

В условиях реконструкции зеленых насаждений важным направлением повышения их устойчивости, защите зеленых насаждений, формирования устойчивого зеленого городского фонда является диагностика состояния древесных растений, оценка роли городских факторов на состояние растений. Особенно важным является проведение мониторинга состояния за молодыми посадками древесных растений, так как это позволяет на ранних этапах определить характер адаптации растений к новым условиям среды, оценить перспективы дальнейшего их использования в озеленении и определить характер мероприятий по повышению их устойчивости и защите.

Целью работы является оценка состояния молодых посадок в насаждениях города Сыктывкара. Программа исследований включает направления:

- 1) проведение выборочной оценки состояния молодых древесных растений в городских посадках;
- 2) выявление и оценка основных факторов негативного воздействия на состояние насаждений;
- 3) разработка рекомендаций по повышению устойчивости насаждений в условиях г. Сыктывкара.

Объектом изучения были молодые древесные посадки в городских насаждениях г. Сыктывкара.

В рамках данной публикации освещены материалы первого этапа исследований, проведенных в 2021—2022 гг.

Ассортимент используемых в озеленении Сыктывкара древесных растений не отличается разнообразием — в озеленении столицы Республики Коми используется всего 103 вида [1] (по отдельным данным — 96) [2]. Из всего учтенного видового фонда 37 видов являются представителями местной флоры: *Betula pubescens* Ehrh. и *B. pendula* Roth., *Sorbus aucuparia* L., *S. sibirica* Hedl., *Larix sibirica*, *Picea obovata* Ledeb., *Pinus sylvestris* L., *Larix sibirica* Ledeb., *Pinus sibirica* Du Tour, *Populus tremula* L., виды рода *Salix* (*S. triandra* L., *S. pentandra* L., *S. caprea* L., *S. bebbiana* Sarg., *S. phylicifolia* L., *S. acutifolia* Willd., *S. viminalis* L.), *Alnus glutinosa* (L.) Gaertn., *A. incana* (L.) Moench, *Spiraea media* F. Schmidt, *Rosa acicularis* Lindl., *Rosa majalis* Herrm., *Padus avium* Mill., *Tilia cordata* Mill. и др. Наибольшую долю в озеленении г. Сыктывкара имеют такие виды, как *Betula pubescens* и *B. pendula*.

Включение в озеленение Сыктывкара интродуцированных видов в 30-е — 40-е гг. XX в. существенно дополнил видовой состав городской флоры. Среди посаженных в тот период времени растений сохранились посадки таких видов как *Populus balsamifera* L., *Malus baccata* (L.) Borkh., *Crataegus maximowiczii* Schneid. и *C. sanguinea* Pall., *Syringa josikaea* Jacq. ex Rchb. и *S. vulgaris* L., *Crataegus sanguinea*, *Malus baccata*, *Amelanchier spicata* (Lam.) C. Koch и *A. florida* Lindl.

В послевоенный период посадки дополняются *Acer negundo* L. и *A. tataricum* L., *Syringa vulgaris* L., *S. josikaea* Jacq. ex Rchb., *Lonicera tatarica* L., *Physocarpus opulifolia* (L.) Maxim., видов рода *Crataegus* L. (*C. maximowiczii*, *Crataegus sanguinea*,) *Syringa josikaea*, *Caragana arborescens* Lam., *Aronia melanocarpa* (Michx.) Elliott., *Physocarpus opulifolius* (L.) Maxim. [3].

Благодаря участию жителей в озеленении столицы в городе (преимущественно на придомовых территориях, озеленении общеобразовательных учреждений и единично вдоль улиц) были посажены *Ulmus glabra* Huds., *Viburnum opulus* L., *Rosa rugosa* Thunb., *Padus maackii* (Rupr.) Kom., *Sorbaria sorbifolia* (L.) A. Braun, *Spiraea chamaedryfolia* L., *Spiraea salicifolia* L., *Salix acutifolia* Willd., *Salix aurita* L., *Salix depressa* L. и др. Однако доля участия интродуцируемых растений за исключением *Populus balsamifera* L. в озеленении Сыктывкара и в настоящее время крайне низкая.

В настоящее время зеленый фонд г. Сыктывкара претерпевает существенные изменения, связанные с реконструкцией зеленых насаждений, в результате которой происходит смена видового состава насаждений, в озеленительный фонд вводятся новые виды и сорта древесных растений.

В процессе рекогносцировочного обследования на первом этапе исследования для оценки состояния молодых древесных растений в городских условиях были выбраны типичные по составу, технологии создания и содержания посадки последних 3 лет по ул. Советская, ул. Коммунистическая (3 участка), ул. Маркова. На этих участках, начиная с 2019 г., был использован крупномерный посадочный материал таких растений как *Tilia cordata* (липа мелколистная) и сорта штамбовых форм липы, *Acer platanoides* (клен остролистный), *Sorbus commixta* «Dodong» (рябина смешанная «Dodong»), *Physocarpus opulifolius* «Diablo» (пузыреплодник калинолистный «Диаболо»), *Pinus mugo* «Ophir» (сосна горная «Офир»).

Оценка состояния древесных насаждения проводилась согласно методике оценки экологического состояния зеленых насаждений общего пользования Санкт-Петербурга (таблица) [4].

Состояние древесно-кустарниковых растений (на 2022 г.)

Наименование породы	Категория состояния, %					
	без признаков ослабления	ослабленные	сильно ослабленные	усыхающие	сухой текущего года	сухой прошлых лет*
Рябина смешанная «Dodong»	56,5	21,7	0	21,7	0	0
Сосна горная	88,8	11,1	0	0	0	0
Липа мелколистная	28,8	51,2	4,8			15,2
Липа штамбованная ф.	68,0	20,0	4	0	8	0
Пузыреплодник калинолистный	22,1	62,7	15,2			
Клен остролистный	4,5	54,5	18,2	9,1	0	13,6

* Учитывались отсутствующие после посадки или замененные после гибели растения.

Результаты первичного мониторинга показали, что низкое жизненное состояние характерно для посадок клена остролистного и липы мелколистной. Причиной низкой адаптивности растений являются в первую очередь то, что липа и клен проявляют чувствительность к загрязнению воздуха и почв, что подтверждается рядом исследований [5—8]. Поэтому необходимость учета и изучения факторов среды, обуславливающих снижение физиологических возможностей древесных растений в городской среде, проведение своевременного ухода за насаждениями, организация контроля за состоянием молодых посадок имеют важное значение при обосновании ассортимента древесных растений в условиях реконструкции зеленого фонда города.

Библиографический список

1. Шушпанникова, Г. С. Роль ботанического сада Сыктывкарского государственного университета в решении проблемы озеленения / Г. С. Шушпанникова, Н. В. Орловская, Н. Г. Першина // Роль ботанического сада сыктывкарского государственного университета в решении проблемы озеленения. — Сыктывкар : Изд-во Сыктывкарского ун-та. — 2007. — С. 14—32.
2. Бобровская, В. Э. Древесно-кустарниковая флора Сыктывкара / В. Э. Бобровская, Ю. А. Бобров, Я. В. Кузнецова // Вестник Оренбургского государственного педагогического университета. — 2017. — № 1 (21). — С. 1—19. — URL: <http://www.vestospu.ru>. (дата обращения: 05.03.2023).
3. Мартынов, Л. Г. Проблемы озеленения города Сыктывкара в Республике Коми / Л. Г. Мартынов, Л. А. Скупченко, А. В. Вокуева // Вестник ИРГСХА. — 2011. — Вып. 44. Ч. 5. — С. 55—63.
4. Об утверждении Методики оценки экологического состояния зеленых насаждений общего пользования Санкт-Петербурга: распоряжение Правительства Санкт-Петербурга комитет по природопользованию, охране окружающей среды и обеспечению экологической безопасности от 30 августа 2007 года N 90-р // СПС «КонсультантПлюс» (дата обращения: 05.04.2022).

5. Гибадулина, И.И. Особенности адаптивных реакций листового аппарата липы мелколистной *Tilia cordata* Mill. в условиях техногенной среды (на примере г. Набережные Челны): автореферат дис. ... кандидата биологических наук : 03.02.08 / Томск. — 2020. — 23 с.
6. Егоров, А. А. Состояние древесных растений в примагистральных зелёных насаждениях г. Пушкин / А. А. Егоров, В. М. Шабнов // Дендрология в начале XXI века : сб. материалов Междунар. науч. чт. памяти Э. Л. Вольфа (6—7 октября 2010 г., Санкт-Петербург). — Санкт-Петербург : Политехн. ун-т, 2010. — С. 64—67.
7. Егоров, А. А. Проблемы совершенствования современного ассортимента древесных растений в городских зеленых насаждениях Санкт-Петербурга / А. А. Егоров, Г. А. Фирсов, И. В. Фадеева [и др.] // Изв. Иркут. гос. ун-та. Серия: Биология. Экология. — 2011. — Т. 4, № 2. — С. 23—31.
8. Васильева, К. А. Эколого-биологические особенности клена остролистного (*Acer platanoides* L.) в условиях техногенного загрязнения : автореферат дис. ... кандидата биологических наук : 03.02.08 / Васильева Ксения Анатольевна; [Место защиты: Ин-т биологии Уфим. науч. центра РАН]. — Уфа, 2011. — 22 с.

В статье выполнен анализ опыта проведения выборочных рубок в северных районах Республики Коми. Дана оценка лесоресурсной базы для организации выборочного хозяйства в Ижемском лесничестве и соответствия организационно-технических элементов добровольно выборочных рубок нормативам действующих правил заготовки древесины. Дана рекомендация не отказываться от выборочных рубок в районах, где раньше был накоплен опыт их проведения.

Ключевые слова: Республика Коми, Ижемское лесничество, добровольно-выборочные рубки, перспективы выборочного хозяйства в северных районах

Л. М. Пахучая,

кандидат сельскохозяйственных наук;

И. М. Ганов,

студент 5 курса направления подготовки «Лесное дело»

(Сыктывкарский лесной институт)

ОПЫТ ВЫБОРОЧНЫХ РУБОК В ИЖЕМСКОМ ЛЕСНИЧЕСТВЕ РЕСПУБЛИКИ КОМИ

Введение. Насаждения в северных районах Республики Коми в значительной степени относятся к категории защитных лесов. Они имеют большое климаторегулирующее и средостабилизирующее значение. Результаты изучения роста и возобновления, строения и структуры, состояния и динамики насаждений на севере республики отражены в многочисленных статьях [1—4 и др.]. В последние годы в связи с истощением лесных ресурсов в эксплуатационных лесах наблюдается повышение интереса лесозаготовителей к древостоям защитных притундровых лесов. С 2006 г. сняты ограничения на проведение в них промышленных рубок, запрещены только сплошные рубки [5]. Это указывает на целесообразность проведения исследований в таких насаждениях с целью оценки их лесоресурсного потенциала, возможности сохранения репродуктивной функции и выполнения такими лесами после рубки их защитных функций.

Объекты и методы исследования. В статье рассмотрен вопрос допустимости и целесообразности проведения в северных лесах Республики Коми выборочных рубок. В качестве объекта исследования взято Ижемское лесничество Республики Коми (Лесохозяйственный регламент Ижемского лесничества, [6]). Для этой цели выполнен анализ материалов лесоустройства и дана оценка рекомендаций по организации здесь выборочного хозяйства. Кроме этого использовали опубликованные ранее [7—9] таксационные описания насаждений на пробных площадях в данном лесничестве и соседних с ним северных лесничествах — Усть-Цилемском, Каджеромском, Усинском, Печорском.

При проведении полевых работ использовали общепринятые лесоводственные и таксационные методы и лесотаксационные нормативы для северо-востока европейской части Российской Федерации [10, 11]. В качестве характеристик производительности древостоев использовали наличный запас древесины, среднее накопление запаса за весь период жизни древостоев (без учета отпада) и

класс бонитета по шкале М.М.Орлова. Среднее накопление запаса находили как отношение наличного запаса древесины к возрасту преобладающей породы. При таксационном описании насаждений использовали синтетический подход без формирования ярусов. Пробные площади в Каджеромском, Ижемском и Печорском лесничествах были заложены в соответствии с методическими рекомендациями по проведению государственной инвентаризации лесов [12]. При анализе материалов использовали электронные таблицы Excel и программный пакет для статистического анализа Statistica 10. Нормативная база по заготовке древесины и воспроизводству лесов согласована с действующими правилами [13—16].

Результаты и обсуждение. Анализ материалов лесоустройства Ижемского лесничества показывает, что общая площадь лесничества составляет 1754321 га. В порядке уменьшения площади участки лесничества располагаются в следующем порядке — Щельяюрское, Ижемское, Мошьюгское. Вся территория по лесорастительному районированию относится к зоне притундровых лесов и лесному району притундровых лесов и редкостойной тайги Европейско-Уральской части РФ. По целевому назначению все леса подразделяются на защитные (726476 га) и эксплуатационные (1027845 га), т. е. защитные леса составляют 41,4 %, а эксплуатационные леса — 58,6 % общей площади лесничества. Защитные леса в основном представлены лесами лесотундровой зоны — 585119 га, или 80,5 % площади защитных лесов.

Защитные леса лесничества подлежат освоению в целях сохранения средообразующих, водоохраных, защитных, санитарно-гигиенических, оздоровительных и иных функций лесов с одновременным использованием лесов при условии, если это использование совместимо с целевым назначением защитных лесов и выполняемыми ими полезными функциями.

Лесные земли, покрытые лесной растительностью, составляют 81,0 % от общей площади, а не покрытые лесной растительностью представлены преимущественно гарями — 0,3 % общей площади и вырубками последних двух лет — 0,1 %. Нелесные земли составляют 18,4 % от общей площади лесничества и представлены в основном болотами (17,3 %) и водами (0,6 %).

Заготовка древесины является разрешенным видом использования лесов в Ижемском лесничестве на площади 1608597 га. При этом в Щельяюрском участке лесничества это 868499, в Ижемском — 380005, Мошьюгском — 360093 га. Сплошные рубки в Ижемском лесничестве не проводятся. Разрешены выборочные рубки, в том числе добровольно-выборочные или группово-выборочные.

Возраст рубки в насаждениях с преобладанием сосны, лиственницы, ели, пихты в насаждениях IV и более высоких классов бонитета в защитных лесах — 121—140 лет, в эксплуатационных — 101—120 лет, а в насаждениях V и более низких классов бонитета в защитных лесах — 141—160 лет, в эксплуатационных — 121—140 лет.

Предельные площади лесосек при выборочных рубках спелых и перестойных насаждений составляют в защитных лесах 10 га, а в эксплуатационных — 20 га. Параметры и форма лесосек выборочных рубок определяются размерами и конфигурацией лесотаксационных выделов с их естественными границами, если

при этом не превышает предельная площадь лесосеки и не создается опасность ветровала или других отрицательных последствий.

Лесотаксационные выделы, не превышающие по площади допустимые размеры лесосек, назначаются в рубку полностью, независимо от их фактической ширины, если они не примыкают к другим выделам со спелыми древостоями. Мелкие смежные выделы могут объединяться в одну лесосеку в пределах установленных максимальных ее размеров. Средние площади кварталов в участковых лесничествах Ижемского лесничества изменяются от 824 до 1072 га. При такой площади кварталов согласно лесоустроительной инструкции [17] площадь среднего лесотаксационного выдела составляет 16 га и более, а минимальная площадь лесотаксационного выдела в естественных насаждениях — 8 га. Как указывалось выше, в Щельяюрском участковом лесничестве проведение выборочных рубок разрешено на площади 868499 га во всех 810 кварталах, в Мошьюгском — на 360093 га во всех 437 кварталах. Только в Ижемском участковом лесничестве перечень кварталов или их частей, в которых разрешена заготовка древесины, несколько ограничен. Здесь выборочные рубки могут проводиться на площади 380005 га в 394 из 584 кварталов. Таким образом, количество выделов, из которых в лесничестве могут выбираться насаждения для назначения в них выборочных рубок, составляет около $1608597/16 = 100000$ выделов.

Из данного количества выделов в рубку могут быть назначены выделы со спелыми и перестойными насаждениями с эксплуатационным или более высоким, чем эксплуатационный, запасом и относительной полнотой, превышающей ее минимальное значение после рубки, т.е. более 0,5 (Об утверждении Правил заготовки..., 2020 [13]). Последнее условие может быть выполнено, если относительная полнота назначаемого в рубку древостоя при минимальной интенсивности рубки составляет 0,6 или превышает эту величину. Данное условие лесоустройством выполнено. Насаждения с относительной полнотой 0,3—0,5 исключены из списка потенциальных объектов для проведения выборочных рубок. Важным условием при назначении насаждений для заготовки древесины, особенно для нужд местного населения, является удаление этих насаждений от населенных пунктов на приемлемое расстояние.

Сроки примыкания лесосек при выборочных рубках спелых, перестойных лесных насаждений не устанавливаются. Лесосеки одного года рубки (зарубы) на выборочных рубках не регламентируются. Приняты следующие периоды повторяемости выборочных рубок в спелых и перестойных насаждениях: добровольно — выборочные рубки — 10—20 лет; группово-постепенные рубки — 10—20 лет.

Лесовосстановление осуществляется путем естественного, искусственного или комбинированного восстановления лесов и регламентируется Правилами лесовосстановления [15].

Естественное восстановление лесов осуществляется за счет мер содействия лесовосстановлению: путем сохранения подроста лесных древесных пород при проведении рубок лесных насаждений и минерализации почвы. Искусственное восстановление лесов осуществляется в основном путем создания лесных культур посадкой семян. Комбинированное восстановление лесов осуществляется

за счет сочетания естественного и искусственного лесовосстановления. Выборочные рубки для заготовки древесины, рубки ухода и прочие рубки осуществляется в течение всего года.

Согласно данным о расчетной лесосеке для осуществления выборочных рубок спелых и перестойных лесных насаждений в лесничестве на срок действия лесохозяйственного регламента [6, Приложение 1] площадь спелых и перестойных насаждений, где могут быть проведены выборочные рубки, составляет 661727,3 га. Однако с учетом отмеченных выше ограничений эта площадь может быть существенно уменьшена. Прежде всего это связано с тем, что площадь насаждений с полнотой 0,3—0,5 составляет 57,6 % от общей площади спелых и перестойных насаждений, потенциально пригодных для организации выборочного хозяйства.

Насаждения с полнотой 1,0 формально включены в эту общую площадь, но их доля составляет всего 0,04 %, что находится в пределах точности указания относительного участия насаждений с различной полнотой. Насаждения с полнотой 0,9 и 0,8 составляют соответственно 0,3 и 1,0 %. Несмотря на это необходимо отметить, что в абсолютном выражении участки леса с полнотой древостоев 0,8—1,0 занимают площадь около 9000 га, и они должны быть первоочередными объектами при подборе участков для выборочных рубок.

Основные площади, являющиеся резервом для отвода лесосек для проведения в них выборочных рубок, — это участки с насаждениями, относительная полнота которых соответствует 0,7 — около 52000 га и 8 % площади, и участки с полнотой насаждений 0,6 — около 220000 га и 33 % площади.

Анализ назначенных лесоустройством организационно-технических элементов выборочных рубок позволяет считать, что они в основном согласуются с требованиями Правил заготовки древесины [13] для условий северных территорий Республики Коми. Так, средний процент выборки от общего запаса составляет 10—25 %, что соответствует выборочным рубкам слабой (11—20 %) и умеренной (21—30 %) интенсивности. Указан средний период повторяемости 15—20 лет. В данном случае было бы целесообразно уточнять эти сроки, сравнивая данные о величине вырубемого запаса и прироста (или накопления запаса) за один год. Однако, необходимо отметить, что представительных данных о приросте в северных районах Республики Коми нет, и признать, что определение прироста сопряжено с трудностями. Поэтому можно принять рекомендацию лесоустройства в отношении оборота рубки в качестве основы, а в дальнейшем уточнять их на основе существующих методических подходов и данных региональных исследований прироста.

В таблице приведены сводные оценки относительная полнота насаждений до и после выборочных рубок дифференцированно по категориям лесных земель и хозяйственным секциям. Анализ этих данных показывает, что рекомендуемая полнота насаждений до рубки (0,6—1,0) в основном достаточна для того, чтобы при соответствующей интенсивности рубки (10—25 %) не допустить ее снижения после рубки ниже 0,5. Имеющиеся отклонения полноты древостоев после рубки от данного значения наблюдаются в случаях, когда в рубку назначены насаждения с полнотой 0,6, а интенсивность рубки составляла 20 %. В этом случае полнота древостоев после рубки снижалась до 0,48.

Относительная полнота насаждений до и после выборочных рубок
дифференцированно по категориям лесных земель и хозяйственным секциям

Категория лесов, хозсекция	Полнота насаждения до рубки	Интенсивность рубки, % от запаса	Снижение полноты	Полнота после рубки
Запретные полосы вдоль водных объектов				
С. высокобонитетная	0,9	25	0,22	0,68
	0,7	20	0,14	0,56
	0,6	20	0,12	0,48
С. низкобонитетная	0,8	25	0,20	0,60
	0,7	20	0,14	0,56
	0,6	20	0,12	0,48
Е. высокобонитетная	0,8	25	0,20	0,60
	0,7	20	0,14	0,56
	0,6	20	0,12	0,48
Е. низкобонитетная	0,8	25	0,20	0,60
	0,7	20	0,14	0,56
	0,6	20	0,12	0,48
Березовая	0,9	25	0,22	0,68
	0,8	25	0,20	0,60
	0,7	20	0,14	0,56
	0,6	20	0,12	0,48
Нерестощахранные полосы				
Е. низкобонитетная	0,6	10	0,06	0,56
Березовая	0,8	20	0,16	0,64
	0,7	15	0,10	0,60
Защитные полосы вдоль ж.д. и автодорог				
С. низкобонитетная	0,6	10	0,06	0,56
Е. низкобонитетная	0,7	15	0,10	0,60
	0,6	10	0,06	0,54
Березовая	0,7	15	0,10	0,60
	0,6	10	0,06	0,54
Леса, расположенные в лесотундровой зоне				
Березовая	0,8	20	0,16	0,64
	0,7	15	0,10	0,60
	0,6	10	0,06	0,54
Эксплуатационные леса				
С. высокобонитетная	0,9	25	0,22	0,68
	0,8	25	0,20	0,60
	0,7	20	0,14	0,56
	0,6	20	0,12	0,48
С.низкобонитетная	0,8	25	0,20	0,60
	0,7	20	0,14	0,56
	0,6	20	0,12	0,48
Е. высокобонитетная	0,8	25	0,20	0,60
	0,7	20	0,14	0,56
	0,6	20	0,12	0,48
Е. низкобонитетная	1,0	25	0,25	0,75
	0,9	25	0,22	0,68
	0,8	25	0,20	0,60
	0,7	20	0,14	0,56
	0,6	20	0,12	0,48

Категория лесов, хозсекция	Полнота насаждения до рубки	Интенсивность рубки, % от запаса	Снижение полноты	Полнота после рубки
Березовая	1,0	25	0,25	0,75
	0,9	25	0,22	0,68
	0,8	25	0,20	0,60
	0,7	20	0,14	0,56
	0,6	20	0,12	0,48

Примечание. С. высокобонитетная — сосновая высокобонитетная хозсекция, включающая основные насаждения IV и более высоких классов бонитета; С. низкобонитетная — сосновая низкобонитетная хозсекция, включающая сосновые насаждения V и более низких классов возраста; Е. высокобонитетная — еловая высокобонитетная хозсекция, включающая еловые насаждения IV и более высоких классов бонитета; Е. низкобонитетная — еловая низкобонитетная хозсекция, включающая еловые насаждения V и более низких классов возраста; Березовая — березовая хозсекция, включающая березовые насаждения всех классов бонитета.

Оценивая допустимость такого снижения, следует учитывать, что при представлении полноты с точностью до десятых долей единицы значение 0,48 соответствует 0,5. Кроме этого, Лесоустроительная инструкция [17] допускает значительные систематические ошибки при определении полноты насаждения в пределах $\pm 0,1$. Однако, принимая допустимость этого отклонения, необходимо признать, что оно наблюдается в качестве рекомендации для насаждений с относительной полнотой 0,6, площадь которых (около 220000 га) абсолютно превышает площади насаждений с другими полнотами. Поэтому правомерно для таких насаждений рекомендовать снижение интенсивности рубки до 15 %. Это обеспечит снижение полноты на 0,09 до полноты после рубки 0,51, что будет соответствовать требованиям Правил заготовки древесины [13].

Возможны критические замечания о том, что при таком подходе уменьшится сьем древесины с 1 га. С этим можно согласиться, но необходимо учитывать, что различие в съеме древесины может существенно различаться в зависимости от породного состава и производительности насаждений. Так, в сосновой высокобонитетной хозсекции в эксплуатационных лесах при среднем запасе 169 м³/га выборка за один прием, при интенсивности 20 %, составит около 34 м³/га, а при интенсивности 15 % — 25 м³/га, т. е. различие между объемом выборки составит 9 м³/га. В то же время в березовой хозсекции в лесотундровой зоне средний запас значительно меньше — около 72 м³/га. Выборка при интенсивности 20 и 15 % составит соответственно 14 и 11 м³/га, а различие — всего 3 м³/га.

Анализ данных исследования на пробных площадях [7—9] показывает, что на опытных участках произрастают насаждения 12 типов леса, которые могут быть сгруппированы в зеленомошную, долгомошную, сфагновую и травяно-сфагновую группы типов леса. По составу насаждения смешанные с преобладанием в их составе ели. Все насаждения по форме простые (однорусные), что является результатом синтетического подхода при таксации насаждений с целью исключения неоднозначности оценок относительной полноты ярусов при сравнении насаждений по этому показателю. Сравнение характеристик насаждений по данным работы на пробных площадях показывает, что около 93 % от общего количества насаждений на опытных участках представлены древостоями низкой производительности. На 58 % пробных площадей древостои ели тонкомерные, с

диаметром стволов на высоте 1,3 м — менее 14 см. Средний класс бонитета по группам типов леса (зеленомошной, долгомошной, сфагновой, травяно-сфагновой) изменяется в диапазоне VI,3—VI,6. Классы бонитета с течением времени снижаются. Это согласуется с представлением о динамике данного показателя в связи с изменением возраста в течение жизни древостоя [11].

На 1/3 опытных участков запас насаждений не превышает 50 м³/га. Максимальные запасы характерны для насаждений VI—VIII класса возраста. На 80 % общего количества опытных участков среднее накопление запаса менее 1,0 м³/га в год или величины прироста, при которой ведение лесного хозяйства может быть не целесообразно с экономической точки зрения. При сравнении средних значений показателей производительности леса для различных групп типов леса их различие в большинстве случаев не достоверное. По нашему мнению, это позволяет проводить совместную обработку данных для всей совокупности опытных участков.

На объектах исследования производительность спелых и перестойных насаждений соответствует V классу бонитета или более низким. В Каджеромском, Усинском и Печорском лесничествах в насаждениях с преобладанием хвойных пород, в том числе ели, V класса бонитета и более низкого в защитных лесах (кроме запретных полос лесов, расположенных вдоль водных объектов), возраст рубки — 141—160 лет), а в насаждениях аналогичной производительности в эксплуатационных лесах и запретных полосах лесов, расположенных вдоль водных объектов — 121—140 лет. При назначении возраста рубки в насаждениях Усть-Цилемского лесничества предложен более дифференцированный подход. Здесь в эксплуатационном фонде образованы 2 сосновые и 2 еловые хозсекции. В еловой хозсекции IV и более низкого класса бонитета в защитных лесах (кроме запретных полос лесов, расположенных вдоль водных объектов) возраст рубки — 141—160 лет, а в насаждениях аналогичной производительности в полосах лесов, расположенных вдоль водных объектов — 121—140 лет. В рассматриваемых лесничествах в наиболее представительной категории защитных лесов — притундровых лесах, допускается выборочная форма хозяйства. Интенсивность рубки — от очень слабой (10 %) до очень высокой (70 % за один прием от общего запаса). При проведении рубок рекомендуется выборка части спелых и перестойных деревьев. Согласно нормативам (Об утверждении Правил заготовки, 2020 [13]) это должно обеспечивать формирование устойчивых насаждений из второго яруса и подроста. После каждого приема добровольно-выборочной рубки полнота древостоев не должна опускаться ниже 0,5.

Оценка зависимости периода повторяемости добровольно-выборочной рубки от таксационных показателей древостоя и интенсивности рубки на основе моделирования позволяет сделать следующие предварительные выводы. Оборот рубки существенно зависит от этих показателей. Так, если наличные запасы соответствуют 40—50 м³/га или меньше этой величины, то при интенсивности добровольно-выборочной рубки более 30—40 % оборот рубки может превышать 40—50 лет. При этом необходимо учитывать, что достаточно большой период времени между приемами рубки накладывается на период, характеризующийся сложностью современных экономических условий, и период глобального изменения климата. Это позволяет говорить о высокой неопределенности прогнозов

по накоплению запаса, соответствующего вырубленному запасу. И это без учета успешности возобновления леса на местах рубки.

При интенсивности рубки больше 30—40 % такие рубки по содержанию и результатам могут быть квалифицированы как условно сплошные или подневнольно-выборочные, проведение которых в России запрещено. Необходимо также учитывать, что при запасах 40—50 м³/га или меньше этой величины насаждения могут быть включены в особо защитные участки леса. Последнее автоматически исключает их из перспективной для заготовки древесины части лесного фонда даже для нужд местного населения.

В связи с вопросом перспективности проведения выборочных рубок необходимо отметить, что в настоящее время рассмотрен вопрос о разрешении проведения в этих условиях сплошных рубок. Южная граница районов, в которых разрешены только выборочные рубки, смещена на север. В связи с этим можно рекомендовать не отказываться от выборочных рубок в районах, где раньше был накоплен опыт их проведения.

Заключение. Насаждения в северных районах Республики Коми в основном представлены смешанными с преобладанием ели древостоями. Их производительность соответствует V—Vб классу бонитета. Низкие значения и слабая изменчивость классов бонитета указывают на то, что на рассматриваемой территории существенное повышение производительности леса на основе хозяйственных мероприятий затруднено.

Большие запасы древесины характерны для высоковозрастных древостоев VII—VIII и более высоких классов возраста, т. е. в северных лесах именно длительность накопления запаса является одним из ведущих факторов для его формирования. На 1/3 опытных участков относительная полнота древостоев — менее 0,3. Запас древостоев здесь составляет менее 40—50 м³/га, а среднее накопление запаса без учета отпада — менее 1,0 м³/га в год. В значительной части случаев это непокрытые лесом лесные земли (редины), которые могут быть отнесены к непродуктивным лесным землям или древостоям с неэксплуатационными запасами.

При умеренной интенсивности добровольно-выборочных рубок обороты рубки составляют 40—50 лет. При высокой интенсивности таких рубок период восстановления запаса может быть значительно больше. В этом случае они могут быть квалифицированы как условно сплошные или подневнольно выборочные рубки, запрещенные в России.

Данные выводы имеют предварительный и региональный характер. Но полученные результаты свидетельствуют о необходимости более детального анализа существующих подходов к организации выборочного хозяйства в северных районах Республики Коми, целесообразности проведения исследований по накоплению запаса в насаждениях и оценке успешности лесовосстановления после приемов выборочных рубок в аналогичных условиях.

В складывающихся условиях целесообразно в северных районах республики развивать экологически чистые виды лесопользования, в частности — рекреационное, а также создавать условия для развития оленеводства, спортивного и промыслового рыболовства и охоты, туризма. Однако, необходимо учитывать,

что в настоящее время экономических предпосылок или лесоводственной альтернативы лесозаготовкам, проводимым для удовлетворения местных потребностей в древесине, не существует.

Какие возможны пути для решения этой проблемы? Основная территориальная единица управления в области использования, охраны, защиты и воспроизводства лесов в России — лесничество — совместно с лесоустроительными предприятиями должны обеспечивать подбор участков, максимально отвечающих требованиям к древостоям для назначения в них выборочных рубок. В процессе выполнения выборочных рубок лесничества должны контролировать соблюдение требований нормативных документов по их проведению [13, 16].

Можно было бы ожидать некоторое снижение нагрузки на северные леса за счет перевода части жилого фонда с отопления дровами на отопление газом. Однако в части развития деревянного домостроения и удовлетворения местных потребностей в пиломатериалах, такие ожидания, видимо, в обозримой перспективе не оправданы.

В связи с пересмотром с 2023 г. положения границ между территориями, где разрешены выборочные рубки, можно рекомендовать, по возможности, сохранять хотя бы элементы выборочного хозяйства в районах, где опять разрешены сплошные рубки, несмотря на резкие отличия возможностей таких рубок, например, в более южных районах России, где интенсивность ведения лесного хозяйства достаточно высокая, и северных районах, в том числе Республике Коми.

Библиографический список

1. Семенов, Б. А.. Природа притундровых лесов европейской части России и основы хозяйства в них / Б. А. Семенов, В. Ф. Цветков // ИВУЗ «Лесной журнал». — 2004. — № 3. — С. 19—26.
2. Бобкова, К. С. Состояние древостоев и подростов коренных ельников притундровой зоны Печорского бассейна / К. С. Бобкова, А. В. Манов // Сибирский экологический журнал. — 2012. — № 2. — С. 205—212.
3. Мелехов, И. С. Притундровые леса / И. С. Мелехов // Проблемы притундрового лесоводства / отв.ред. Г. А. Чибисов. — 1995 — С. 8—12.
4. Цветков, В. Ф. Решение Всероссийского симпозиума (конференции) «Современные проблемы притундровых лесов», организованного учеными-лесоведами Северного (Арктического) федерального университета имени М. В. Ломоносова и СЕВНИИЛХ (4—9 сентября 2012 г., г. Архангельск) / ИВУЗ / В. Ф. Цветков // Лесной журнал. — 2012. — № 6. — С. 169—173.
6. Кобяков, К. Н. Защитные леса : получится ли их сохранить? / К. Н. Кобяков, Е. А. Лепешкин, С. В. Титов // Устойчивое лесопользование. — № 1 (34). — 2013. — С. 34—43.
7. Лесохозяйственный регламент Ижемского лесничества. — Вологда : Севлеспроект, 2017. — 164 с.
8. Пахучий, В. В. Притундровые леса Республики Коми: состояние и рациональное использование / В. В. Пахучий, Л. М. Пахучая // Методология развития региональной системы лесопользования в Республике Коми : сб. материалов итоговой науч.-практ. конф. — Сыктывкар : СЛИ, 2015. — С. 103—108.
9. Пахучий, В. В. Оценка взаимосвязей между таксационными показателями насаждений в северных районах Республики Коми / В. В. Пахучий, В. Н. Рочев, И. Н. Плетнев, В. Ю. Рубанова // Актуальные проблемы лесного комплекса : сб. науч. тр. / под общ. ред. Е. А. Памфилова. — Брянск: БГИТУ, 2019. — № 54. — С. 45—51.
10. Пахучий, В. В. Характеристика насаждений притундрового леса в Республике Коми на основе методов государственной инвентаризации лесов / В. В. Пахучий, В. Н. Рочев,

- В. Ю. Рубанова // Февральские чтения : сб. материалов науч.-практ. конф. профессор.-преподават. состава Сыкт. лесн. ин-та по итогам науч.-исследоват. работы в 2019 г. (Сыктывкар, 17—21 февраля 2020 г.). — Сыктывкар : СЛИ, 2020. — С. 108—111
11. Моисеев, В. С. Таксация леса / В. С. Моисеев. — Ленинград : ЛТА, 1970. — 258 с.
 12. Лесотаксационный справочник по северо-востоку европейской части Российской Федерации (нормативные материалы для Ненецкого автономного округа, Архангельской, Вологодской областей и Республики Коми). — Федеральное агентство лесного хоз-ва, ФБУ «СевНИИЛХ» [сост.: Войнов Г. С. и др.]. — Архангельск : СевНИИЛХ, 2012. — 672 с.
 13. Методические рекомендации по проведению государственной инвентаризации лесов : утв. приказом Рослесхоза от 10.11.2016 г. №472 // СПС «КонсультантПлюс».
 14. Об утверждении Правил заготовки древесины и особенностей заготовки древесины в лесничествах, указанных в статье 23 Лесного кодекса Российской Федерации. : приказ Минприроды России от 01.12.2020 № 993 (Зарегистрировано в Минюсте России 18.12.2020 № 61553) // СПС «КонсультантПлюс».
 15. Об утверждении Правил ухода за лесами. : приказ Минприроды России от 30.07.2020 № 534 // СПС «КонсультантПлюс».
 16. Об утверждении Правил лесовосстановления, состава проекта лесовосстановления, порядка разработки проекта лесовосстановления и внесения в него изменений : приказ Минприроды России от 04.12.2020 № 1014 // СПС «КонсультантПлюс».
 17. Об утверждении видов лесосечных работ, порядка и последовательности их выполнения, формы технологической карты лесосечных- работ, формы акта заключительного осмотра лесосеки и порядка заключительного осмотра лесосеки : приказ Министерства природных ресурсов и экологии Российской Федерации от 17.01.2022 № 23 // СПС «КонсультантПлюс».
 18. Об утверждении лесоустроительной инструкции: приказ министерства природных ресурсов и экологии Российской Федерации от 5 августа 2022 года № 510 // СПС «КонсультантПлюс».

В статье представлены результаты оценки изменчивости деревьев ели по диаметру и возрасту в насаждении темнохвойного девственного леса в юго-западной части Республики Коми и сравнения по этим показателям рядов распределения по условно одновозрастным 40-летним поколениям и ступеням толщины. Предложено выделить в таблице двухмерного распределения «ядро», его «окружение», представленное рядами распределения ели по возрасту и ступеням толщины и отдельные ячейки (клетки) таблицы — как самостоятельные элементарные единицы двухмерного распределения.

Ключевые слова: Республика Коми, девственный лес, древостой ели, таблица двухмерного распределения, ядро древостоя, окружение ядра, ячейки (клетки) — элементарные единицы таблицы

В. В. Пахучий,
доктор сельскохозяйственных наук, профессор;
Л. М. Пахучая,
кандидат сельскохозяйственных наук, доцент
(Сыктывкарский лесной институт)

КОНЦЕПЦИЯ ЯДРОВОЙ СТРУКТУРНОЙ ОРГАНИЗАЦИИ ДРЕВОСТОЯ ЕЛИ В НАСАЖДЕНИИ ТЕМНОХВОЙНОГО ДЕВСТВЕННОГО ЛЕСА В РЕСПУБЛИКЕ КОМИ

Введение. Изучение структуры насаждений актуально при лесоводственных исследованиях, описании динамических процессов в лесных фитоценозах, связанных с естественными процессами или антропогенным воздействием на них. При исследовании структурной организации и динамики девственных лесов может быть использовано картирование планового положения деревьев, их крон и вертикальных профилей [1, 2]. Аналогичные методические приемы используются при изучении влияния лесных пожаров на структуру лесного покрова [3], для оценки влияния на древостои различных видов рубок [4], при исследовании взаимосвязей между таксационными и дешифровочными показателями [5] и др., в связи с этим применительно к лесному покрову понятие «структура» может рассматриваться как структура лесных массивов [6], синузидная или парцеллярная структура конкретных насаждений [7]. Под структурой насаждений может рассматриваться описание взаимного размещения деревьев в древостое по площади [7], описание характера группирования под пологом насаждений подроста [8] и т. д. В данной работе развивается представление о структурной организации еловых насаждений, сформулированное на основе результатов исследований в массивах темнохвойного девственного леса [6].

Объекты и методы исследования. Исследования выполнялись в междуречье р. Унья и р. Мисюрйя, вблизи впадения р. Уньи в р. Печору, расположенном в юго-западной части Республики Коми. Характеристика насаждений и подроста на пробной площади 1 (1—4) и секциях 1 (1), 1 (2), 1 (3), 1 (4) этой пробной площади приведена в табл. 1, 2.

Таблица 1. Характеристика насаждений на опытных участках

Номер пробной площади	Показатели ярусов древостоя				Характеристика насаждений		
	состав	запас, м ³ /га	высота, м	полнота	класс возраста	класс бонитета	тип леса
1(1)	I 6Кд(I)4Б	124	19,4	0,4	XII	IV	Кд.ч.вл
	II 7Е3Пх ед.Кд(II)	84	11,2	0,8			
1(2)	I 8Кд(I)2Б	159	21,6	0,5	XVI	IV	Кд.ч.вл
	II 5Е5Пх ед.Кд(II)	70	9,8	0,8			
1 (3)	I 10Кд(I)	96	22,0	0,2	XIV	IV	Кд.ч.вл
	II 5Е4Пх 1Б ед.Кд(II)	119	11,8	1,1			
1 (4)	I 10Кд(I)	54	22,0	0,1	V	V—VA	Е.ч.вл.
	II 8Е2Б	76	12,1	0,6			
	III 10Пх ед.Кд(II)	18	6,2	0,4			
1 (1—4)	I 7Кд(I)3Б	114	20,1	0,4	XIV	IV	Кд.ч.вл
	II 10Е	77	11,5	0,4			
	III 10Пх ед.Кд(II)	25	7,2	0,3			

Примечание. Е — ель; Кд — кедр; Кд(I) — кедр первого (старшего) поколения; Кд(II) — кедр второго (младшего) поколения; Пх — пихта; Б — береза; ч.вл. — черничник влажный; I — первый ярус; II — второй ярус; III — третий ярус.

Таблица 2. Характеристика возобновления

Номер пробной площади	Состав естественного возобновления	Количество экземпляров (тыс. шт./га) и категория крупности				Общая густота, тыс. шт./га
		ель	пихта	кедр	береза	
1 (2)	5Пх3Е2Кд+Б	3,8с	5,7с	2,2м	0,3м	12,0
1 (4)	5Пх3Е2Кд+Б	3,3с	5,5с	1,9м	0,3м	11,0
1 (2—4)	5Пх3Е2Кд+Б	3,6с	5,6с	2,0м	0,3м	11,5

Примечание. к — крупный подрост (высота более 1,5 м), с — средний подрост (высота 0,6—1,5 м), м — мелкий подрост (высота до 0,5 м).

Согласно данным табл.1, 2 на опытных участках произрастают смешанные по составу, 2—3 ярусные насаждения. В их составе принимают участие ель, кедр, пихта, береза. Возраст кедра изменяется от 40 до 320, ели — от 60 до 180, пихты — от 40 до 80, березы — от 40 до 55 лет. Относительная полнота первого яруса — 0,1—0,4, второго — 0,4—1,1, третьего — 0,3—0,4. Производительность насаждений соответствует IV—Va классу бонитета. Густота подроста хвойных пород составляет 10,7—11,7 тыс. шт./га, т. е. насаждения постоянно насыщаются молодыми поколениями, что обеспечивает конкуренцию деревьев и их дифференциацию по размерам. На основе отмеченных признаков насаждения отнесены к девственным [6].

При проведении исследований использовали традиционные методы лесоводственных и таксационных исследований [9, 6]. Структурная организация древостоя ели изучалась на основе данных перечета не только по ступеням толщины, но и поколениям с включением в перечет подроста. Данный, по сути революционный метод, впервые предложен в 1962 г. С. А. Дыренковым [11], а в дальнейшем использовался в работах А. Д. Волкова (1967), С. С. Зябченко (1970),

Д. П. Столярова, В. Г. Кузнецова (1973, 1974) (по: Дыренков, 1984 [11]). Глазомерное отнесение ели в темнохвойных насаждениях черничного влажного типа леса к 40-летним условно одновозрастным поколениям выполняли на основе шкалы, при разработке которой был учтен опыт аналогичных исследований в Республике Коми [11, 6].

Результаты и обсуждение. В результате перечета на пробной площади 1 (1—4) было получено распределение числа экземпляров ели по условно одновозрастным 40-летним поколениям и ступеням толщины. В табл. 3 приведены статистики рядов распределения деревьев ели по ступеням толщины в пределах условно одновозрастных 40-летних поколений, в табл. 4 — статистики рядов распределения деревьев ели по возрасту в пределах ступеней толщины от 4 до 32 см.

Таблица 3. Статистики рядов распределения деревьев ели по ступеням толщины в пределах условно одновозрастных 40-летних поколений

Поколения (число лет)	Показатели				
	количество деревьев (экз./га)	среднее (см)	дисперсия	стандартное отклонение	коэффициент вариации (%)
41—80	273	4,20	4,43	2,11	50,25
81—120	165	9,24	14,56	3,82	41,31
121—160	120	16,30	28,55	5,34	32,78
161—200	78	22,05	21,09	4,59	20,83
201—240	27	24,00	44,31	6,66	27,74
241—280	18	28,67	19,29	4,39	15,32

Таблица 4. Статистики рядов распределения деревьев ели по возрасту в пределах ступеней толщины

Ступени тол- щины, см	Показатели				
	количество де- ревьев	среднее (лет)	дисперсия	стандартное отклонение	коэффициент вариации (%)
4	200	65	175,88	13,26	20,40
8	145	90	533,79	23,10	25,81
12	90	125	807,19	28,41	22,67
16	51	152	914,82	30,25	19,93
20	45	159	843,64	29,05	18,31
24	54	178	1715,72	41,42	23,30
28	36	193	1462,86	38,25	19,78
32	9	233	400,00	20,00	8,57

Примечание. Для ступени толщины 36 см статистические оценки не приведены ввиду представленности в данной градации деревьев одного поколения.

Согласно данным табл. 3, наблюдается взаимно обусловленное уменьшение количества экземпляров, увеличение среднего диаметра и уменьшение изменчивости толщины деревьев по мере перехода от более молодых к более старым поколениям ели. По данным табл. 4 при переходе от тонкомерных к более крупным ступеням толщины количества экземпляров уменьшается, а возраста ели в сту-

пеньях толщины увеличивается. В отношении изменчивости возраста можно отметить тренд к ее уменьшению в толстомерных ступенях по сравнению с тонкомерными ступенями.

Данные табл. 3 и 4 позволяют оценить достоверность различия средних значений толщины деревьев ели по поколениям и средних значений возраста ели по ступеням толщины (табл. 5, 6) [12, 13].

Таблица 5. Сравнение средних диаметров ели по поколениям

Сравниваемые поколения, лет		Сравниваемые средние диаметры поколений, см		t расчетное	t критическое для уровней значимости, %		
					10	5	1
41—80	81—120	4,20	9,24	16,05	1,65	1,96	2,58
81—120	121—160	9,24	16,30	12,58	1,65	1,96	2,58
121—160	161—200	16,30	22,05	8,21	1,65	1,96	2,58
161—200	201—240	22,05	24,00	1,41	1,66	1,98	2,62
201—240	241—280	24,00	28,67	2,84	1,68	2,02	2,70

Таблица 6. Сравнение среднего возраста ели по ступеням толщины

Сравниваемые ступени толщины, см		Сравниваемый средний возраст ступеней толщины, лет		t расчетное	t критическое для уровней значимости, %		
					10	5	1
4	8	65	90	11,68	1,65	1,96	2,58
8	12	90	125	9,86	1,65	1,96	2,58
12	16	125	152	5,20	1,65	1,96	2,58
16	20	152	159	1,16	1,66	1,98	2,62
20	24	159	178	2,68	1,66	1,98	2,62
24	28	178	193	1,76	1,66	1,98	2,62
28	32	193	233	4,33	1,68	2,02	2,70

Согласно данным табл. 5, в 80 % случаев поколения достоверно различаются на высоком уровне значимости по средним значениям толщины деревьев. Не различающиеся достоверно даже на 10 % уровне значимости значения средних диаметров, соответствуют поколениям 161—200 и 201—240 лет. По данным табл. 6 достоверно не различаются на 5 % уровне значимости значения среднего возраста при сравнении ступеней толщины 16 и 20 см, 24 и 28 см.

Совместный анализ данных табл. 5, 6 позволяет сделать следующее обобщение. Распределение ели в девственном насаждении характеризуется концентрацией запаса древесины в области двухмерного распределения, ограниченной ступенями толщины 16—28 см и условно одновозрастными 40-летними поколениями 161—200 и 201—240 лет (табл. 7). Запас древесины в этой области составляет 31,6 %, или около 1/3 наличного запаса древостоя элемента леса. В то же время в этой области сосредоточено всего 1,72 % деревьев ели и ее подроста (93 экз.) от их общего количества. Необходимо также отметить, что изменение количества деревьев (отпад) по поколениям в этой области (12—18 экз.) существенно ниже, чем в поколениях меньшего возраста, где отпад составляет от сотен до тысяч экземпляров).

Таблица 7. Распределение числа экземпляров на 1 га (над чертой) и запаса древесины ели (м³/га) (под чертой) по поколениям и ступеням толщины (пробная площадь 1 (1—4))

Поколения (лет)	Ступени толщины										Итого по по- колениям	%	
	Подрост		Древостой										
	до 2	4	8	12	16	20	24	28	32	36			
До 40	<u>4719</u> 0,2											<u>4719</u> 0,2	<u>87,39</u> 0,3
41—80	<u>48</u> 0	<u>176</u> 0,4	<u>49</u> 0,6									<u>273</u> 1,0	<u>5,06</u> 1,3
81—120		<u>24</u> 0,1	<u>87</u> 1,1	<u>42</u> 2,1	<u>6</u> 0,7	<u>3</u> 0,7	<u>3</u> 1,2					<u>165</u> 5,9	<u>3,06</u> 7,6
121—160			<u>9</u> 0,1	<u>42</u> 2,1	<u>27</u> 3,3	<u>21</u> 4,9	<u>15</u> 5,8	<u>6</u> 3,6				<u>120</u> 19,8	<u>2,22</u> 25,5
161—200				<u>3</u> 0,2	<u>15</u> 1,8	<u>18</u> 4,2	<u>24</u> 9,2	<u>18</u> 10,7				<u>78</u> 26,1	<u>1,44</u> 33,7
201—240				<u>3</u> 0,2	<u>3</u> 0,4	<u>3</u> 0,7	<u>6</u> 2,3	<u>6</u> 2,3	<u>6</u> 5,2			<u>27</u> 12,4	<u>0,5</u> 16,0
241 год и более							<u>6</u> 2,3	<u>6</u> 3,6	<u>3</u> 2,6	<u>3</u> 3,6		<u>18</u> 12,1	<u>0,33</u> 15,6
Итого по ступе- ням толщины	<u>4767</u> 0,2	<u>200</u> 0,5	<u>145</u> 1,8	<u>90</u> 4,6	<u>51</u> 6,2	<u>45</u> 10,5	<u>54</u> 20,8	<u>36</u> 21,5	<u>9</u> 7,8	<u>3</u> 3,6		<u>5400</u> 77,5	
%	<u>88,28</u> 0,3	3,70 0,7	<u>2,68</u> 2,3	<u>1,67</u> 5,9	0,94 8,0	0,83 13,6	1,00 26,8	0,67 27,7	<u>0,17</u> 10,1	<u>0,06</u> 4,6			<u>100</u> 100

В исследуемом насаждении наиболее представлен по древесному запасу 40-летних поколений древостой, возраст которого составляет 161—200 лет (33,7 % от общего запаса ели). Возраст поколения, господствующего по величине древесного запаса не превышает 240 лет, а максимальный возраст ели — менее 340—360 лет. Эти количественные оценки позволяют уверенно относить данный древостой к массивам спонтанной тайги [11].

Таким образом, для участка девственного леса (пробной площади) в таблице двухмерного распределения ели может быть выделена ограниченная область — ядро (лат. *silva cordis*), представленное совокупностью деревьев, концентрирующихся около 1/3 общего запаса ели. Ступени толщины и поколения внутри ядра ассоциированы по признаку отсутствия достоверного различия между ними по характеристикам изменчивости толщины и возраста.

Ступени толщины и поколения ядра достоверно отличаются по этим характеристикам от рядов распределения по диаметру и возрасту (row, лат.) расположенных за пределами ядра, представленных более молодой тонкомерной и более старой толстомерной частью древостоя (ступени толщины 8, 12, 32, 36 см и поколения 41—80, 81—120, 121—160, 241 лет и более). Молодая часть древостоя, представленная поколениями и ступенями толщины за пределами ядра, по отношению к ядру является донором, активно насыщающим его новыми экземплярами, активно конкурирующими друг с другом. Это обеспечивает естественное самоизреживание древостоя и поддержание ядра в относительно стабильном состоянии. Старовозрастная и толстомерная часть древостоя за пределами ядра, — это, в перспективе, отпадающие от ядра экземпляры в связи с наступлением воз-

раста естественной спелости, поражения ослабевших деревьев болезнями и вредителями и их меньшей устойчивостью к внешним факторам (ветровалам, буреломам, снеговалам, снеголомам и др.).

Отдельные ячейки (клетки) (лат. *cell*) могут быть рассмотрены как самостоятельные элементарные единицы одного из двух распределений таблицы. Так, ячейка, включающая экземпляры ели, возраст которых не превышает 40 лет — единственная в соответствующем ряду поколения «до 40 лет». Однако она формирует совместно с поколением «41—80 лет» ряд «ступень толщины до 2 см». Аналогично, ячейка, включающая экземпляры ели, диаметр которых 36 см — единственная в соответствующем ряду «ступень толщины 36 см». Однако она формирует совместно с елью, относящейся к ступеням толщины 24, 28, 32 см, поколение «241 год и более». В ячейку таблицы по условиям методики построения таблиц двухмерного распределения входят экземпляры ели одинакового возраста, так как поколения таблицы условно одновозрастные, и одинакового размера, потому что деревья в ячейке относятся к одной ступени толщины. Если количество экземпляров, формирующих ячейку, достаточно для того, чтобы выполнить статистический анализ ряда, то в результате анализа получаем, что коэффициент вариации, дисперсия и стандартное отклонение для таксационных показателей деревьев равны нулю. Тем не менее это позволяет выполнять сравнение средних значений этих таксационных показателей, в том числе возраста или диаметра деревьев, входящих в ячейку, со средним возрастом или диаметром ближайшего к этой ячейке ряда распределения деревьев по размерам или возрасту. В то же время сравнение средних характеристик таксационных показателей двух отдельных ячеек недопустимо, так как в этом случае при расчете критерия достоверности разности (t_d) разность средних значений (d) пришлось бы делить на ошибку выборочной разности (m_d), соответствующую нулю.

В исследованиях структуры и динамики коренных ельников концентрация запасов в конкретном поколении — 161—200 лет — отмечается как важнейший диагностический признак, позволяющий относить древостои к массивам спонтанной средней и южной тайги [11, с. 153]. В то же время, результаты статистического сравнения этого поколения с другими поколениями, в том числе по размерным характеристикам, автором этого исследования не приводятся. Возможно, это связано с представлением о поколениях как возрастных характеристиках, определяемых течением времени. Так как время по отношению ко всем таксационным показателям является абсолютно независимым фактором, можно допустить достаточность учета только этого фактора. Однако таких замечаний в работе тоже нет [11].

Отмечая допустимость представления о поколении 161—200 лет как о едином и неделимом объединении экземпляров ели, тем не менее, следует отметить, что данное поколение очень не однородно по размерным характеристикам. В рассматриваемом нами случае (табл. 7) оно сложено деревьями 5 ступеней толщины (от 12 до 28 см). При этом крайние ступени толщины отличаются по величине более, чем в два раза. В случае упомянутого выше примера [11] это различие еще более существенно. Здесь поколение 161—200 лет включает 8 ступеней толщины (от 8 до 40 см и более), а различие крайних ступеней толщины — пя-

тикратное. Наконец, необходимо отметить, что именно совместное использование и возрастных градаций (поколений), и градаций по толщине деревьев (степеней толщины) представляет собой сущность новаторского приема, предложенного для целей изучения структурной организации таежных ельников [11]. Автор учитывает это при демонстрации накопления максимального запаса древесины основным поколением в разновозрастном древостое, т. е. поверхность распределения древесного запаса (М) на единице площади наглядно показывает целесообразность выделения области концентрации запаса не только по поколениям, но и «таксационным признакам размера (Т)» [11, с. 62, рис. 8]. Очень вероятно, что в перспективе автор пришел бы к выводу о целесообразности введения в методику изучения таежных ельников таких понятий как центральная часть таблицы двухмерного распределения древостоя, ее окружение и ячейка таблицы как элементарная единица двухмерного распределения, но, к сожалению, не успел этого сделать. При этом термин «ядро» С. А. Дыренков использовал, но на более высоком уровне по сравнению с уровнем древостоя. В заключительном разделе монографии при комплексном анализе гологенетических смен биогеоценозов он связывал это понятие с ядром растительных сообществ, сложившихся на Урале в плейстоцене [Дыренков, 1984; с. 148].

Следует отметить, что термин «ядро» широко используется в различных областях научных исследований. Такие понятия как ядро атома, клетки, планеты, звезды, галактики и т. д. давно и прочно вошли в научную лексику. В отечественной литературе, отражающей результаты исследований лесных сообществ, фитоценоз может представляться как «автотрофное ядро» биогеоценоза [14], биоценоз — как «биотическое ядро» биогеоценоза [15]. При изучении видового состава флор, несмотря на то, что способ ограничения территории, флора которой изучается, не является решающим фактором [16], может выделяться «ядро» локальных, парциальных или конкретных флор. Как правило, эти территории по площади существенно больше, чем площадь опытных участков (пробных площадей), используемых при составлении таблиц двухмерных распределений — около 1 га или даже менее этой величины. Под «ядром древостоя» может пониматься центральная зона зарастания нелесного участка древесной породой [17], «ядро заповедника» [18], «ядро» зеленого каркаса города или «ядро» парка [19, 20]. Под «ядром насаждения» может подразумеваться «основная масса древостоя», сформировавшаяся в течение определенного периода времени, однако связь этой части насаждения с градациями деревьев (сосны Коха) по размерам и возрасту не детализируется [21]. Предлагается выделять «экологическое ядро» лесного массива на основе цифровых картографических моделей [22]. Однако в данном случае рассматривается урбанизированная территория. В качестве дифференцирующего признака используются индексы структурного разнообразия, а не таксационные характеристики, а конечной целью работы является рекреационное планирование территории.

Термин «ядро» достаточно широко используется и в публикациях зарубежных исследователей лесных экосистем и их обитателей. Перевод термина «ядро», если ограничиться только английским языком, — *nucleus, core, kernel*. Многозначность перевода данного термина характерна и для франкоязычной, и для немецкоязычной литературы. Ограничиваясь только англоязычной научной

литературой, можем отметить, что, например, в связи с проблемами экологии капибары в дельте реки Парана в Аргентине выделяется лесное ядро — «forest nucleus», площадь которого составляет 500 км² [23]. Термин «nucleus» может использоваться для демонстрации роли ядра растительного сообщества при колонизации территории каким-либо видом растений [24]. Предлагается рассматривать в качестве ядра лесной территории — «core area» — участок насаждения, не испытывающий влияния опушки [25], или лесную территорию, остающуюся после удаления опушечной зоны глубиной 100, 300 или 500 м [26]. Орнитологи рекомендуют в качестве меры по сохранению естественных условий для отдельных видов птиц выделять ядро лесной площади — «core area» — не менее 200 акров (около 81 га) [27]. В нормативных зарубежных документах, имеющих отношение к лесному хозяйству или лесным исследованиям, термин «core — ядро» используется для акцента на том, что это основной документ или руководство. В связи с тем, что кернам, отбираемым возрастным буровом, соответствует англоязычный термин «core», смысловая нагрузка в названии объекта исследования «core area» или пробной площади «core plot» может связывается именно с фактом взятия кернов [28], а не с близким к центральному на изучаемой территории положением объектов исследования. При использовании англоязычного термина «kernel» применительно к лесному сообществу или насаждению, поисковые машины обычно отправляют к определениям «Kernel function», «Kernel regression» и т. д., ориентируя на возможность использования при анализе или сглаживании исходных данных ядерный метод [29].

Таким образом, термин «ядро» достаточно широко используется при изучении ценопопуляций и флор лесных сообществ, растительности охраняемых территорий, лесных экосистем урбанизированных территорий, экологии лесных птиц и зверей. Обычно приводятся характеристики месторасположения и площади такого ядра, в том числе слагающей его растительности. Приводятся данные, свидетельствующие об отличии этих характеристик от таковых на граничащих с ядром территориях. Под ядром могут подразумеваться списки видов растений на определенных территориях, соотношение категорий особей растительного сообщества, выделяемых по признакам возрастного развития и т. д. Как правило, эти предложения не обременены статистическим обоснованием возможности такого выделения. В отдельных работах термин «ядро» достаточно многозначен — «ядро возрастного спектра ценопопуляции», «ядро ценопопуляции», «ядро — внутренняя часть биогруппы» без уточнения смысловой нагрузки данного термина [30]. Демонстрация планового положения запаса ядра древостоя, соответствующая данным табл. 7 представлена на рис. 1.

Поверхность распределения для запаса древесины в связи с размерными и возрастными грациями деревьев приведена на рис 2.

Необходимо подчеркнуть, что в данном случае имеется в виду условно выделяемое на основе сформированной таблицы двухмерного распределения ядро древостоя преобладающей по запасу породы — в данном случае — ели для конкретного участка леса. Естественно, что другие породы также являются участниками лесообразовательного процесса. Их участие в формировании формы, состава и производительности насаждений может быть охарактеризовано на основе результатов традиционных лесоводственных и таксационных исследований.

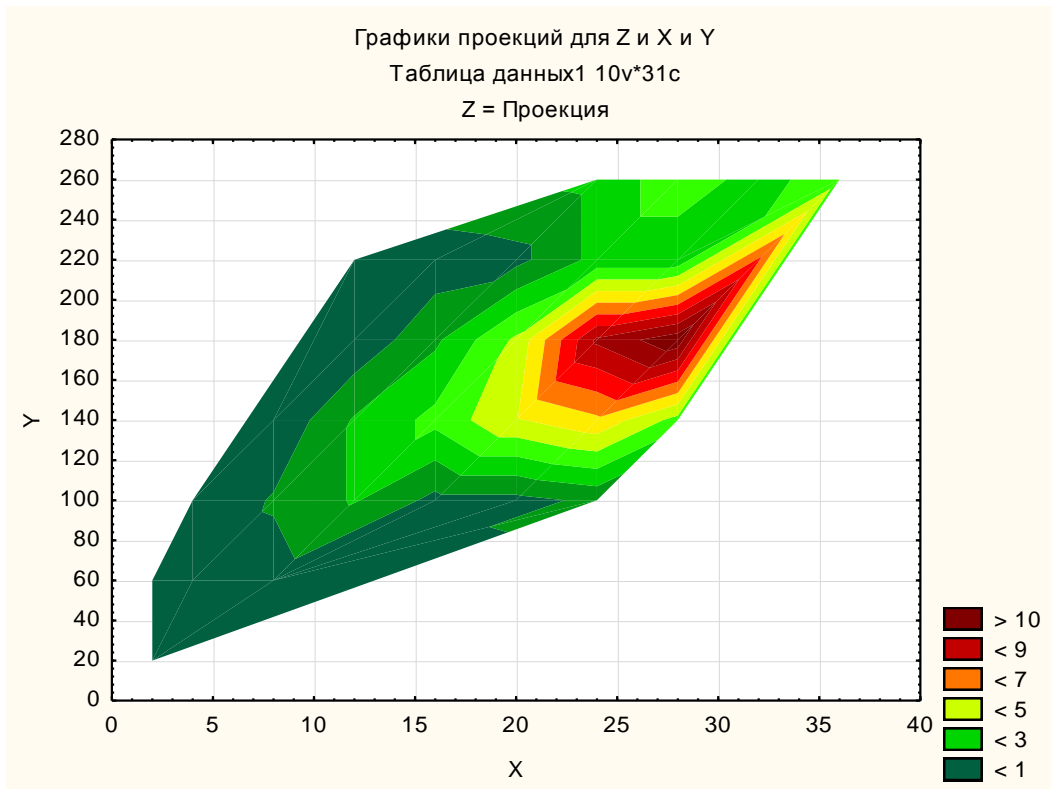


Рис. 1. Распределение запаса древесины (Z , м³/га) в связи с толщиной деревьев (X , см) и их возрастом (Y , лет)

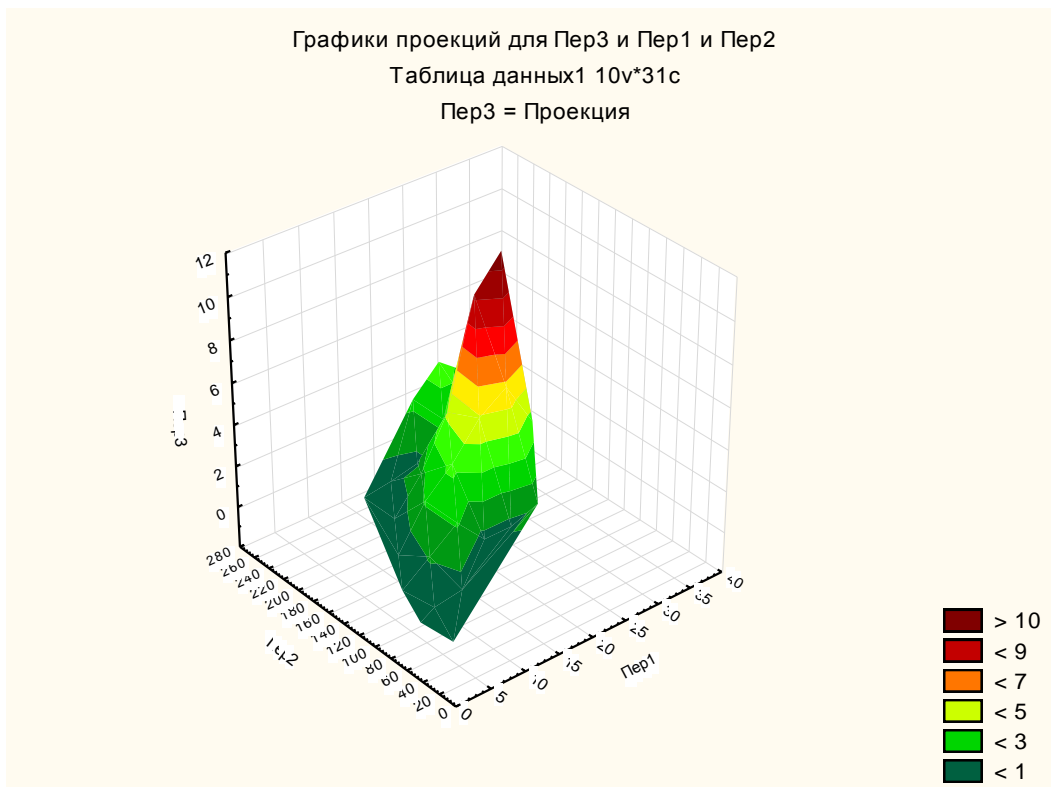


Рис. 2. Поверхность распределения для запаса древесины (Пер.3) в связи с размерами деревьев (Пер.1) и их возрастом (Пер.2)

Можно допустить, что по мере накопления данных могут быть получены оценки, которые изменяют представление об объеме понятия «ядро» древостоя.

Возможно, будет показано, что ядро формирует отличающееся от рассмотренного примера количество поколений и ступеней толщины. Может быть установлено отличие в доле запаса сконцентрированной в ядре древесины, характере рядов распределения деревьев за пределами ядра и расположения отдельных ячеек таблицы, в том числе в случае разорванных рядов. Однако считаем, что это будет только свидетельством необходимости более глубокого изучения структурной организации таежных древостоев с преобладанием ели.

Заключение. Концепцию ядровой структурной организации древостоя ели в насаждении темнохвойного девственного леса следует рассматривать как развитие метода анализа таблиц двумерных распределений ели в таежных лесах. Использование понятия «ядро» разновозрастного елового насаждения, как ограниченной области концентрации запаса в древостое не только поколениями, но и размерными границами, в том числе ступенями толщины оправдано. Введение в описание девственных древостоев понятий «ядро» и «ячейка» могло бы, по нашему мнению, способствовать детализации представлений о структурной организации древостоев и уточнению роли ее составляющих в достижении главной цели системы — выживанию и самовоспроизводству структуры и функции ценопопуляции ели как в целом, так и в ее отдельных структурных частях [11, с. 151]. В практическом отношении данное предложение может быть полезно для целей сохранения эталонов таежных лесов (девственных древостоев), решения проблемы содействия возобновлению еловых лесов и уточнения рекомендаций по рационализации выборочного хозяйства и рубок ухода в ельниках. Первое может быть реализовано в виде предложений по разработке экспресс-метода, позволяющего при минимизации объема таксационных работ оценить допустимость отнесения древостоя к девственному. Второе связано с возможностью более определенно решать вопрос о максимальной выборке древесины и минимальном объеме остающейся части древостоя ели после такой рубки, которые могут обеспечить успешное возобновление ели и сохранение ее преобладания в соответствующих лесорастительных условиях.

Библиографический список

1. Коротков, В. Н. Мозаичная организация и спонтанная динамика квазиклиматических таежных лесов / В. Н. Коротков, А. С. Морозов, А. Ю. Ярошенко // Восточно-европейские леса. История в голоцене и современность : в 2-х кн. / отв. ред. О. В. Смирнова. — Кн. 2. — Москва : Наука, 2004. — С. 330—347.
2. Пахучий, В. В. Оценочные критерии выделения девственных насаждений и лесных массивов / В. В. Пахучий. — Сыктывкар : СЛИ, 2009. — 120 с.
3. Коротков, В. Н. Структура лесного покрова катен в связи с частотой пожарных нарушений (на примере Костомукшского заповедника) / В. Н. Коротков // Восточно-европейские леса. История в голоцене и современность : в 2-х кн. / отв. ред. О. В. Смирнова. — Кн. 2. — Москва : Наука, 2004. — С. 353—357, 359—367.
4. Ярошенко, А. Ю. Способы минимизации негативных воздействий лесозаготовительной деятельности на природное биоразнообразие и естественную динамику лесов / А. Ю. Ярошенко // Восточно-европейские леса. История в голоцене и современность : в 2-х кн. / отв. ред. О. В. Смирнова. — Кн. 2. — Москва : Наука, 2004. — С. 507—514.
5. Дмитриев, И. Д., Лесная аэрофотосъемка и авиация / И. Д. Дмитриев, Е. С. Мурахтанов, В. И. Сухих. — Москва : Лесн. пром-сть, 1981. — 344 с.

6. Пахучий, В. В. Девственные леса Северного Приуралья / В. В. Пахучий. — Санкт-Петербург : Наука, 1999. — 136 с.
7. Сеннов, С. Н. Лесоведение и лесоводство / С. Н. Сеннов. — Москва : Академия, 2005. — 256 с.
8. Манов, А. В. Горизонтальная структура древостоев и подростов северотаежных коренных ельников чернично-сфагновых в Приуралье / А. В. Манов, И. Н. Кутявин // Лесн. журн. — 2018. — № 6. — С. 78—88.
9. Сеннов, С. Н. Лесоведение и лесоводство : учебник / С. Н. Сеннов. — 3-е изд., перераб. и доп. — Санкт-Петербург: Лань, 2011. — 336 с.
10. Площади пробные лесоустроительные. Методы закладки. ОСТ 56-69-83 : утв. и введен в действие приказом Государственным комитетом СССР по лесному хозяйству от 23 мая 1983 г. № 72. — Москва : ВНИИЛМ, 1983. — 59 с.
11. Дыренков, С. А. Структура и динамика таежных ельников / С. А. Дыренков. — Ленинград : Наука, 1984. — 174 с.
12. Большев, Л. Н. Таблицы математической статистики / Л. Н. Большев, Н. В. Смирнов — Москва : Наука, 1983. — 416 с.
13. Лакин, Г. Ф. Биометрия : учеб. пособие для биол. спец. Вузов / Г. Ф. Лакин. — 4-е изд., перераб. и доп. — Москва : Высш. шк., 1990. — 352 с.
14. Каплан, Б. М. Изучение лесной растительности / Б. М. Каплан. — Москва : 2009. — 136 с.
15. Зиганшин, Р.А. Площадь выявления насаждений и необходимое число наблюдений в древостоях элементов леса / Р. А. Зиганшин // Сибирский лесной журнал. — 2015. — № 1. — С. 87—104.
16. Толмачев, А. И. Введение в географию растений / А. И. Толмачев. — Ленинград : Изд. Ленингр. Универс., 1974. — 244 с.
17. Гузова, Т. А. Преобразования биогеоценозов суходольных лугов в процессе зарастания ольхой серой (*Alnus incana* (L.) Moench) / Т. А. Гузова, М. Ю. Тиходеев // Вестник СПб Университета. — 2016. — Сер. 3. — Вып. 1. — С. 4—20.
19. Лебедев, А. В. Ход естественных процессов в древостоях ядра заповедника «Кологривский лес» / А. В. Лебедев // Материалы конференции «Вклад ООПТ в экологическую устойчивость регионов: современное состояние и перспективы» (Кологрив, 20—21 сентября 2018 г.) — С. 6—14.
20. Юдина, Н. В. Разработка методического подхода к формированию и выбору пояса «зеленого каркаса» при обеспечении экологической безопасности городов / Н. В. Юдина, Е. П. Лысова, О. Н. Парамонова // Инженерный вестник Дона. — 2020. — №4. — С. 1—9.
21. Современное состояние зеленых насаждений парка-стадиона Химмаш в г. Екатеринбург / Л. И. Аткина, С. В. Вишнякова, М. В. Жукова, С. Н. Луганская, Н. Г. Суслова [и др.] // Пермский аграрный вестник. Агротомия и лесное хозяйство. — 2017. — № 2 (18). — С. 6—12.
22. Фролов, В. Ю. Особенности фитоценотической структуры сосновых лесов восточной части Центрального Кавказа / В. Ю. Фролов. Автореф. диссерт. на соиск. уч. степ. канд. биолог. наук. — Ставрополь, 2005. — 24 с.
23. Лихачев, А. А. Разработка методики выделения экологического ядра лесного массива посредством цифровых картографических моделей / А. А. Лихачев // Лесной вестник. — 2011. — № 7. — С. 67—71.
24. Determination of capybara presence in afforestation of the lower delta of the Parana river, Argentina / N. G. Fracassi, W. M. Buchler, J. A. Borodovski, D. Somma // Studies on Neotropical Fauna and Environment. — December 2015. — P.1-9.
25. Korbin, J. D. Applied nucleation as a forest restoration strategy / J. D. Korbin, K. D. Holl // Forest Ecology and Management. — 2011. — October. — P. 37-46.
26. Öhman, K. Forest Planning with Consideration to Spatial Relationships / K. Öhman // Doctoral thesis, Swedish University of Agricultural Sciences. — Umea, 2001. — 33 p.
27. Салтыков, А. Н. Структурно-функциональные особенности естественного возобновления Придонецких боров / А. Н. Салтыков. — Симферополь : ИТ «АРИАЛ», 2019. — 362 с.

В статье рассмотрены результаты оценки водопроницаемости почв на объектах старого и пионерного осушения. При определении коэффициентов фильтрации использовался апробированный метод восстановления воды в скважинах после откачки. Установлено сохранение высоких фильтрационных свойств торфов в течение более чем векового периода после осушения, что связано с освоением торфяного слоя корневыми системами насаждений, а также преобладанием в качестве торфообразователя древесины сосны.

Ключевые слова: водопроницаемость почв, коэффициенты фильтрации.

В. В. Пахучий,
доктор сельскохозяйственных наук, профессор;
Л. М. Пахучая,
кандидат сельскохозяйственных наук, доцент
(Сыктывкарский лесной институт)

ВОДОПРОНИЦАЕМОСТЬ ПОЧВ НА ОБЪЕКТАХ С ИСКУССТВЕННЫМ РЕГУЛИРОВАНИЕМ ВОДНОГО РЕЖИМА

Введение. Регулирование водного режима методами гидротехнических мелиораций является важным мероприятием по повышению производительности насаждений на избыточно увлажненных лесных землях [1]. Успешность решения этой задачи в значительной степени определяется обеспечением нормы осушения на осушаемых лесных землях. Это может быть достигнуто при строительстве осушительных систем с необходимыми параметрами регулирующей сети, в том числе расстояний между осушителями. Обоснование нормативных параметров регулирующей сети возможно на основе гидрологического метода. В его основе — представление о необходимости опустить уровни почвенно-грунтовых вод на требуемую глубину к определенному времени. В свою очередь это предполагает наличие информации о водопроницаемости грунтов на осушаемой площади.

Объекты и методы исследования. В данной работе приведены данные о водопроницаемости осушаемых торфяных почв на участках старого осушения в Ленинградской области, где влияние осушения на почвы происходило с момента осушения в 1840-е годы в течение почти полутора веков. Объекты в Республике Коми можно отнести к пионерному осушению, где строительство осушительной сети было выполнено в начале 80-х годов прошлого столетия. Общая продолжительность периода исследования составляет около 30 лет — 1982—2011 гг. С целью изучения водопроницаемости почв на объектах исследования определили коэффициенты фильтрации. Если обеспечивалось нахождение уровней почвенно-грунтовых вод в подстилающем торф минеральном грунте, коэффициенты фильтрации определялись для минерального грунта. Если уровни почвенно-грунтовых вод не опускались ниже слоя торфа, то коэффициенты фильтрации определялись только для торфяного слоя. При возможности послойного определения данного показателя дифференцирование выполняли по слоям 15—25, 25—45, 45—75 см.

Водопроницаемость почв определяли по методу восстановления воды в скважинах после откачки [2]. Коэффициенты фильтрации рассчитывали по формуле:

$$K = 32,6 \cdot (R^2/H) \cdot \operatorname{tg}\alpha, \quad (1)$$

где K — коэффициент фильтрации, см/с; R — радиус скважины, см; H — глубина воды в скважине, см; $\operatorname{tg}\alpha$ — условный тангенс.

Средние значения коэффициентов фильтрации для слоев торфа и минерального грунта для староосушенного участка приведены в табл. 1. Анализ данных табл. 1 показывает, что водопроницаемость торфа с глубиной уменьшается от 1,100 до 0,087 см/с соответственно для слоев 15—25 и 45—75 см. Однако различие этих средних значений не достоверно. Водопроницаемость на неосушенном (контрольном) участке меньше, чем на староосушенном. Так для слоя 25—50 см на осушаемом участке коэффициент фильтрации равен 0,3880 см/с, а для неосушенного — 0,0577 см/с.

Таблица 1. Статистические показатели коэффициентов фильтрации

Мощность торфа, см	Слой определения, см	Статистические показатели				
		кол-во наблюдений, N	среднее значение, см/с (\bar{X})	ошибка среднего значения, см/с (m)	коэффициент вариации, %	квадратическое отклонение, см/с (σ)
Осушаемые участки						
25—30	15—25	5	1,10000	0,66000	134,8	1,48090
40—80	25—45 (50)	9	0,38800	0,13700	105,6	0,41011
80	45—75 (80)	5	0,08730	0,01450	37,2	0,03248
80	15—75	19	0,49600	0,21100	186,0	0,92198
Контрольный участок						
50	25—50	5	0,05770	0,01610	62,4	0,03600
50	15—50	5	0,22300	0,07280	73,1	0,16300
50	15 (25)—50	10	0,14040	0,04250	96,0	0,13434
Минеральный грунт						
—	50—75	8	0,00529	0,00258	138,0	0,00731
—	55—90	9	0,00351	0,00092	78,9	0,00277
—	50—120 (130)	3	0,00066	0,00016	42,4	0,00028
—	30—130	25	0,00343	0,00095	139,3	0,00478

Аналогично коэффициент фильтрации для всего слоя торфа осушаемого участка равен 0,496 см/с, а для контрольного участка — 0,14040 см/с. Различие коэффициентов фильтрации значимо на 10 % уровне значимости ($t_r = 2,41 > t_{0,10} = 1,95$).

Результаты и обсуждение. Анализируя представленные в табл. 1 данные, необходимо отметить, что сохранение высоких фильтрационных свойств торфов после осушения отмечал Х. А. Писарьков [3]. Это может быть результатом активного освоения торфяного слоя корневыми системами произрастающих здесь насаждений. Кроме этого, на объекте старого осушения преобладающим торфообразователем является сосна обыкновенная. Это также может содействовать

увеличению степени разложения, объема макропор торфа и повышению водопроницаемости почвы и улучшению ее аэрации [4].

Наблюдается резкое уменьшение водопроницаемости в минеральном грунте по сравнению с торфом. Средние значения коэффициентов фильтрации для минерального грунта и торфа соответственно равны 0,00343 и 0,496 см/с. Различие достоверно на достаточно высоком 5 % уровне значимости ($t_r = 2,30 > t_{0,05} = 2,08$). Относительно высокая скорость фильтрации (до 3 м/сут) может объясняться тем, что минеральные слои в верхней части сильно выветрены и освоены корнями деревьев [5].

В пределах одного участка для слоя торфа приблизительно одинаковой мощности наблюдается высокая изменчивость коэффициентов фильтрации, достигающая 134,8 %. Аналогичный вывод можно сделать и для минерального подстилающего торф грунта. Это можно объяснить неоднородностью торфяной залежи и минерального грунта в вертикальном и горизонтальном направлениях.

Скорость фильтрации в торфе (V) на различном расстоянии от каналов при минимальных и средних глубинах почвенно-грунтовых вод может быть определена по формуле Дарси:

$$V = K \cdot I, \quad (2)$$

где K — коэффициент фильтрации, см/с; I — пьезометрический уклон.

Расчеты по данному уравнению показывают, что в многоводный период, когда хорошо выражена кривая депрессии, скорость фильтрации изменяется от 0,19 до 5,70 м/сут. При этом она больше на участках с большей мощностью торфа и вблизи каналов. При средних глубинах грунтовых вод скорость фильтрации изменяется от 0,07 до 1,00 м/сут, т. е. по мере опускания уровней воды в нижние, менее водопроницаемые слои почвы, скорость фильтрации уменьшается.

В маловодный период кривая депрессии выражена слабо. Это связано с тем, что в этом случае положение уровней почвенно-грунтовых вод на межканальном пространстве определяется в основном строением почвенного профиля и величиной суммарного испарения, в связи с этим расчет скорости фильтрации не может быть выполнен.

Скорость фильтрации в торфе на середине между каналами при минимальных и средних глубинах почвенно-грунтовых вод значительно превышает величину скорости фильтрации (1 мм/сут), достаточную для отвода избыточной воды через слой почвогрунта ниже корнеобитаемого слоя [6].

В табл. 2 приведены значения коэффициентов фильтрации для торфяной залежи на опытных участках, расположенных на территории Корткеросского лесного стационара. Имеющиеся данные позволяют оценить зависимость коэффициентов фильтрации от глубины стояния воды в скважине, диаметра скважины, глубины откачки воды в скважине и глубины скважины. Мощность торфа в местах закладки скважин изменялась в пределах 0,45—0,65 м. Глубина стояния воды в скважинах и глубина откачки воды принята как среднее из двух значений при первой и второй откачке воды. Наблюдения проводились в летний период — июне-июле.

Анализ данных табл. 2 показывает, что определения коэффициентов фильтрации выполнялись в скважинах, глубина которых в основном составляла 35—50 см. Глубина стояния воды в скважинах составляла от 2 до 19 см. Это свидетельствует о том, что наблюдения проводились в различные по влагообеспеченности годы. При этом определенное значение могло иметь положение скважин в рельефе местности, т. е. при размещении скважины в понижении можно ожидать меньшую глубину стояния воды по сравнению с ее размещением на повышенном участке. Графики и уравнения, описывающие зависимость коэффициента фильтрации от перечисленных выше показателей, приведены на рисунке.

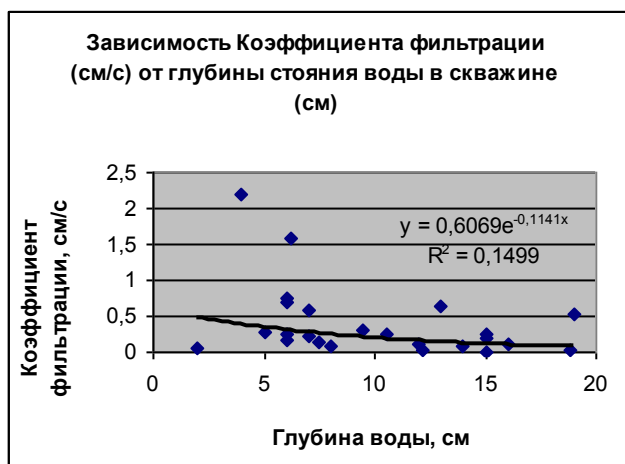
Таблица 2. Коэффициенты фильтрации торфяной залежи на опытных участках Корткеросского лесного стационара

№ п/п	Год определения	Глубина скважины, см	Глубина стояния воды, см	Диаметр скважины, см	Коэффициент фильтрации, см/с
1	2005	40	12,2	14	0,0370
2	2005	49	9,5	15	0,3000
3	2005	41	15,0	14	0,2490
4	2005	36	16,0	14	0,1140
5	2005	49	18,8	14	0,0360
6	2006	49	15,0	14	0,0024
7	2006	50	14,0	14	0,0810
8	2006	40	12,0	14	0,1000
9	2006	37	10,5	14	0,2470
10	2007	48	8,0	16	0,0940
11	2007	45	7,5	16	0,1340
12	2007	42	6,0	16	0,7600
13	2007	35	13,0	16	0,6440
14	2007	32	6,2	16	1,5820
15	2008	40	2,0	16	0,0576
16	2008	41	6,0	16	0,2384
17	2008	39	6,0	16	0,6920
18	2008	26	19,0	16	0,5360
19	2008	34	7,0	16	0,2350
20	2011	32	15,0	12	0,2036
21	2011	25	5,0	13	0,2838
22	2011	27	6,0	12	0,1600
23	2011	35	4,0	15	2,2000
24	2011	35	7,0	12	0,5730

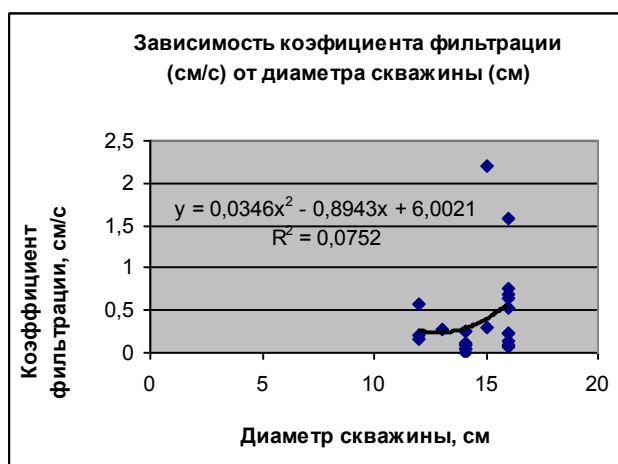
Согласно данным табл. 2, среднее значение коэффициента фильтрации для верхних слоев торфа составляет 0,398, дисперсия — 0,268, а стандартное отклонение — 0,517 см/с. Коэффициент вариации для данного показателя — 130 %. Близкая к данному значению характеристика изменчивости коэффициента фильтрации (106—135 %) получена и для староосушенных насаждений (см. табл. 1).

Анализ графиков и уравнений зависимости, приведенных на рисунке ниже, показывает следующее. По мере увеличения глубины скважины, глубины стояния воды и глубины откачки воды наблюдается уменьшение коэффициентов фильтрации. Это связано в основном с тем, что при перечисленных условиях

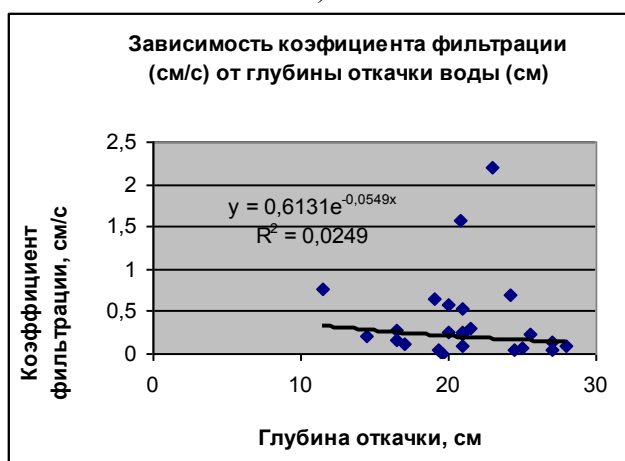
уровни воды в скважине после откачки могут опуститься на большую глубину, а следовательно, в слой, где объемная масса торфов выше, а их пористость и водопроницаемость ниже по сравнению с более высоко расположенными слоями [1, 6]. В результате коэффициенты фильтрации в таких условиях уменьшаются. В то же время с увеличением диаметра скважины коэффициенты фильтрации уменьшаются. Однако в данном случае основное значение имеет включение в расчетную формулу коэффициента радиуса скважины.



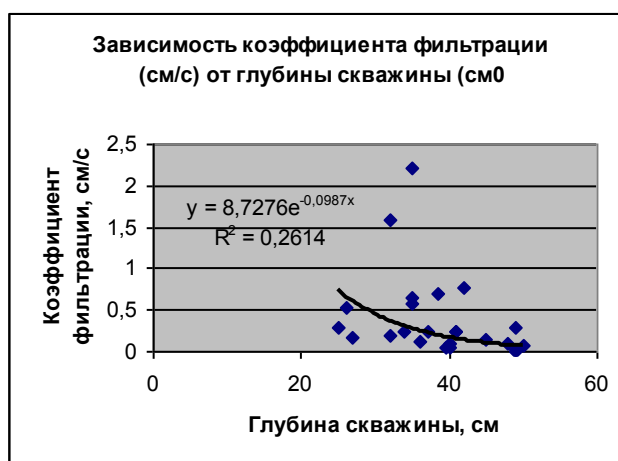
а)



б)



в)



г)

Зависимость коэффициентов фильтрации (Y, см/с) от факторов (X):
 а — глубины стояния воды в скважине, см; б — диаметра скважины, см;
 в — глубины откачки воды в скважине, см; г — глубины скважины, см

Так как радиус скважины входит в числитель расчетной формулы для определения коэффициента фильтрации, естественно, что с увеличением диаметра скважины коэффициент фильтрации увеличивается.

Согласно оценкам тесноты связи (см. рисунок) изменчивостью факторов, включенных в регрессионный анализ, объясняется от 2 до 26 % изменения коэффициентов фильтрации. Достоверное влияние на величину коэффициента фильтрации на 5 % уровне значимости установлено для такого показателя, как глубина скважины ($R = 0,51 > R_{0,05} = 0,40$). Установлено близкое к достоверному на

5 % уровне значимости влияние на коэффициенты фильтрации глубины стояния воды в скважине ($R = 0,39 < R_{0,05} = 0,40$). Достоверное влияние на коэффициенты фильтрации данного показателя установлено только на 10 % уровне значимости ($R = 0,39 > R_{0,10} = 0,34$).

Влияние глубины откачки воды и диаметра скважины на величину коэффициента фильтрации не достоверно даже на уровне значимости 10 % ($R = 0,16—0,27 < R_{0,10} = 0,34$). Тем не менее можно считать, что на качественном уровне это подтверждает известное положение, согласно которому при большей глубине откачки воды коэффициенты фильтрации уменьшаются, а при большем радиусе (диаметре) скважины они увеличиваются [1, 6].

Ранее при определении коэффициентов фильтрации на осушаемых лесных землях в Республике Коми [7] было установлено, что водопроницаемость верхних торфов на глубине 10—20 (50) см изменяется от 169,0 до 520,1 м/сут (в среднем 304,4 м/сут), а на глубине 20—35 (70) см — от 10,7 до 54,3 м/сут (в среднем 23,9 м/сут). Водопроницаемость переходного торфа на надпойменной террасе в слое 20—100 см от поверхности почвы составила от 4,3 до 20,8 м/сут (в среднем 10,2 м/сут). Необходимо отметить, что на участках с переходным торфом в слое определения был включен горизонт с остатками древесины. Это, видимо, могло вызвать увеличение коэффициентов фильтрации. В подстилающем минеральном грунте на глубине 20 (30)—90 (130) см коэффициенты фильтрации изменяются от 4,3 до 20,1 м/сут (в среднем 10,6 м/сут). Высокая водопроницаемость песчаных и супесчаных грунтов позволяет быстро сбрасывать гравитационную влагу по минеральным слоям за счет внутрипочвенного бокового стока [8].

По исследованиям зарубежных авторов наблюдается уменьшение гидравлической проводимости с увеличением степени разложения торфа и их увеличение для древесных и осоковых торфов по сравнению со сфагновыми торфами той же степени разложения. Уменьшение гидравлической проводимости наблюдается на большей глубине торфяной залежи. Последнее связывается с наличием в верхних слоях торфа корневых систем и полостей, образованных сгнившими корнями. Имеются указания на то, что очень низкая проводимость в среднеразложившемся торфе может быть связана с накоплением метана, образующегося при анаэробном дыхании. В то же время высокая проводимость может наблюдаться даже на глубине 3 м от поверхности торфяной залежи, если она сложена древесным торфом и включает разложившиеся остатки корней (Reynolds et al., 1992; Chason, Siegel, 1986; по: Paavilainen, Päivänen [9]). Следует отметить, что полученные нами абсолютные значения водопроницаемости торфов, приведенные выше, существенно больше значений гидравлической проводимости, полученных зарубежными авторами. Возможно, причина этого связана с различием методов, используемых при исследовании.

Сравнение средних значений коэффициентов фильтрации для верхних слоев торфа на объекте старого осушения в Ленинградской области (0,3880 см/с) и на объекте пионерного осушения в Корткеросском районе Республики Коми (0,398 см/с) указывает на их сходство. Это может свидетельствовать о единстве закономерностей трансформации органогенных слоев в верхней части торфяной залежи на объекте старого и пионерного осушения. При этом, видимо, наиболее суще-

ственным фактором, определяющим это сходство, является освоение верхних горизонтов почвенного профиля корнями деревьев. Именно это приводит к увеличению скважности верхних слоев почвы и увеличению их водопроницаемости.

Заключение. На объектах старого осушения водопроницаемость торфа с глубиной уменьшается от 1,100 см/с до 0,087 см/с соответственно для слоев 15—25 и 45—75 см. Водопроницаемость на неосушенном (контрольном) участке меньше, чем на староосушенном участке. Так для слоя 25—50 см на осушаемом участке коэффициент фильтрации равен 0,3880 см/с, а для неосушенного — 0,0577 см/с. Сохранение высоких фильтрационных свойств торфов в течение более чем векового периода после осушения может быть следствием активного освоения торфяного слоя корневыми системами произрастающих здесь насаждений, а также тем, что здесь преобладающим торфообразователем является сосна обыкновенная. Наблюдается резкое уменьшение водопроницаемости в минеральном грунте (0,00343 см/с) по сравнению с торфом (0,496 см/с). Относительно высокая скорость фильтрации в минеральном грунте (до 3 м/сут) может объясняться тем, что минеральные слои в верхней части сильно выветрены и освоены корнями деревьев.

На объектах старого осушения при минимальных глубинах воды коэффициенты фильтрации изменяются от 0,19 до 5,70 м/сут. При средних глубинах грунтовых вод скорость фильтрации изменяется от 0,07 до 1,00 м/сут. Скорость фильтрации в торфе на середине между каналами при минимальных и средних глубинах почвенно-грунтовых вод значительно превышает величину скорости фильтрации (1 мм/сут), достаточную для отвода избыточной воды через слой почвогрунта ниже корнеобитаемого слоя.

На объектах пионерного осушения по мере увеличения глубины скважины, глубины стояния воды и глубины откачки воды наблюдается уменьшение коэффициентов фильтрации. Изменчивостью данных факторов объясняется до 26 % изменения коэффициентов фильтрации. Достоверное влияние на величину коэффициента фильтрации на 5 % уровне значимости установлено для показателя — глубина скважины ($R = 0,51 > R_{0,05} = 0,40$). Достоверное влияние на коэффициенты фильтрации глубины стояния воды установлено на 10 % уровне значимости ($R = 0,39 > R_{0,10} = 0,34$).

Сходство средних значений коэффициентов фильтрации на объекте старого осушения в Ленинградской области (0,388 см/с) и объекте пионерного осушения в Республики Коми (0,398 см/с) может указывать на единство закономерностей трансформации торфяной залежи практически независимо от продолжительности влияния осушения. При этом определяющим фактором является освоение верхних горизонтов почвенного профиля корнями деревьев при условии достаточно высокого лесоводственного эффекта осушения.

Библиографический список

1. Бабилов, Б. В. Осушение лесных земель: региональные аспекты : учеб. пособие / Б. В. Бабилов, В. В. Пахучий — Сыктывкар : СЛИ, 2001. — 149 с.
2. Писарьков, Х. А. Сравнительная оценка некоторых способов определения коэффициентов фильтрации / Х. А. Писарьков // Гидротехнический сборник. — Вып. II, Труды СевНИИГ и М. — 1937. — С. 37—52.

3. Писарьков, Х.А. Влияние основных факторов на интенсивность осушения лесных земель / Х. А. Писарьков // Труды ЛТА — 1970. — № 142. — С. 7—9.
4. Окрушко, Г. Классификация и характеристика торфяных почв Польши / Г. Окрушко // Почвоведение. — 1975. — № 7. — С. 45—53.
5. Wilde, S. A. Forest soils / S. A. Wilde. — New York, 1958. — 496 p.
6. Писарьков, Х. А. Гидротехнические мелиорации лесных земель / Х. А. Писарьков, А. Ф. Тимофеев, Б. В. Бабилов — Москва : Изд. Лесн. пром-ть, 1978. — 246 с.
7. Пахучий, В. В. Лесоводство на заболоченных землях / В. В. Пахучий, Л. М. Пахучая — Санкт-Петербург : СПбГЛТУ, 2017. — 232 с.
8. Роде, А. А. Почвоведение / А. А. Роде, В. Н. Смирнов — Москва : Высш. шк., 1972. — 480 с.
9. Paavilainen, E. Peatland forestry: ecology and principles / E. Paavilainen, J. Päivänen. — Berlin, New York : Springer — Verlag, Heidelberg, 1995 — 220 p.

В статье рассматриваются условия выбора языковых средств при переводе текстов, формирующиеся на основе теоретических, языковых, практических и экстралингвистических знаний. Навыки и умения выбора языковых средств необходимо формировать у студентов технических вузов исходя из целей обучения иностранному языку, одной из которых является полный письменный перевод иноязычных текстов научно-технического характера.

Ключевые слова: перевод, безэквивалентная лексика, стилистический контраст, контекст

Т. В. Попова,
кандидат педагогических наук
(Сыктывкарский лесной институт)

К ВОПРОСУ ОБ УСЛОВИЯХ ВЫБОРА ЯЗЫКОВЫХ СРЕДСТВ ПРИ ПЕРЕВОДЕ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИХ ТЕКСТОВ

Всякое произведение оригинального творчества, выраженное в слове, в области художественной или научной литературы, публицистики, газетного текста, является плодом работы человека, свободно владеющего тем языком, на котором он пишет. Иногда автор сознательно отклоняется от того, что привычно и узаконено в его родном языке. Но даже прибегая к подобного рода отклонениям, автор в целом ориентируется на норму языка.

Всякого рода попытки перевести дословно тот или иной текст приводят если не к полной непонятности этого текста, то во всяком случае к тяжеловесности и неясности. Это то, что может быть названо «переводческим стилем» («переводческим языком») [2, с. 179].

Часто низкий уровень перевода оказывается прямым следствием неудовлетворительного, неясного понимания подлинника, результатом незнания иностранного языка или незнания тех вещей, о которых в подлиннике идет речь. Существует тесная связь между пониманием действительности, нашедшей в себе отражение в оригинале, знанием языка оригинала и характером активного применения того языка, на который делается перевод.

Степень соответствия языка перевода общеязыковой норме играет столь существенную роль еще и потому, что именно это соответствие обеспечивает возможность передать стилистические особенности подлинника. Существенным признаком стилистического явления служит степень привычности или непривычности отдельного элемента — слова, словосочетания, грамматической формы или целого отрезка речи по отношению к определенному типу текстов или форм речи. Признак этот является результатом отбора определенных возможностей, существующих в языке или представляющих собой легкое отклонение от его нормы.

Язык, при его использовании им людьми, принимает конкретную форму одного из стилей речи данного языка (разговорного, письменно-бытового, канцелярского и т. п.) с известной индивидуальной окраской, вносимой в него тем или иным говорящим или пишущим, а в литературе — форму индивидуального

стиля, свойственного творческой манере отдельного писателя и сочетающего в себе элементы различных стилей языка. Именно поэтому так ощутим в составе оригинальных литературных произведений всякий переход от общелитературного языка авторского повествования и речей персонажей, например, к формам письменно-канцелярского стиля, содержащего зачастую архаически-тяжеловесные обороты, специфически профессиональные выражения, или, наоборот, к элементам просторечия или диалекта. В силу подобного перехода возникает стилистический контраст, предпосылкой которого является соответствие языка произведения общей норме.

Передача контраста, предполагаемого обрисовкой стиля документа или речевой характеристикой действующего лица, была бы в переводе невозможна вне той литературности языка, которая служит общим фоном. Соответствие языка норме является предпосылкой общего понятия полноценности перевода, как в том случае, когда оригинал не включает в себе нарушений нормы и отступлений от нее, так и в том случае, когда они в нем есть и передача их возможна.

Человек, выражающий свою мысль средствами языка, не создает своих новых слов, за весьма редкими исключениями, а пользуется словами, уже существующими в языке, принадлежащими к его словарному составу. Если же говорящий или пишущий и создает отдельное новое слово, то делает он это, как правило, либо на основе элементов существующих слов, либо по аналогии с существующими словами. Так же поступает и переводчик, выбирая из словарного состава языка, на который он переводит, слова, наиболее соответствующие словам подлинника и их взаимосвязи, в их соответствии смыслу целого предложения и более широкого контекста. В тех редких случаях, когда он, например, для передачи термина или авторского неологизма прибегает к созданию нового слова, он делает это при помощи уже имеющихся лексических и морфологических элементов [2, с. 181].

Как правило, словарные возможности переводчика, зависящие от словарного состава языка, на который он переводит, бывают достаточно широкими. Более того, даже если в данном языке нет слова, точно соответствующего слову другого языка, поскольку в материальной обстановке жизни данного народа нет обозначаемого словом предмета, возможности описательного выражения нужного понятия тем шире, чем вообще богаче словарь языка. Вот почему всегда легко осуществим перевод на русский язык с языков народов, живущих в совершенно иной материальной обстановке. И вот почему, напротив, так труден (но это не значит — невозможен) перевод с языков словарно богатых и связанных с более широким кругом человеческой деятельности, на языки народностей, где сфера производственной деятельности человека еще узка, ограничена.

По мере экономического и культурного развития таких народностей, появления и обогащения их письменности, литературы, соответственно облегчаются возможности перевода на их языки, как это мы могли наблюдать за последние шестьдесят лет у народов Северного Кавказа или у народов Дальнего Севера нашей страны. Когда мы говорим о значении тех или иных слов в переводимом подлиннике и о передаче их определенными словами языка, на который делается перевод, мы, естественно, не можем отвлечься от того контекста, в каком они находятся в оригинале или должны находиться в переводе. Именно контекст —

более узкий (т. е. одно определенное предложение, в котором найдут свое место слова, отражающие те или иные слова оригинала), и контекст более широкий (т. е. ближайшие соседние предложения, целый абзац, глава и т. д.) — играет решающую роль при передаче значения иноязычных слов, т. е. при выборе нужных слов родного языка, из которых сложится фраза. При этом надо иметь в виду, что словарный состав языка представляет не просто совокупность слов, а систему, допускающую бесконечно разнообразные, но не любые сочетания слов в любом контексте: отдельные элементы словаря связаны друг с другом определенными смысловыми и стилистическими отношениями. Это обстоятельство дает себя знать при переводе и часто не позволяет использовать ближайшее словарное соответствие слову подлинника.

При передаче значения слова в переводе обычно приходится произвести выбор между несколькими представляющимися возможностями перевода. Здесь следует выделить три наиболее характерных случая:

1) в языке перевода нет словарного соответствия тому или иному слову подлинника (вообще или в данном его значении), так называемая безэквивалентная лексика [1, с. 53];

2) соответствие является неполным, т. е. лишь частично покрывает значение иноязычного слова;

3) различным значениям многозначного слова подлинника соответствуют различные слова в языке перевода, в той или иной степени точно передающие их.

И только тот случай, когда совершенно однозначному слову подлинника находится твердое однозначное (при разных контекстах) соответствие — относительно более редок. Такая однозначность соответствия возможна в принципе по отношению к определенным слоям лексики — к терминам, к обозначениям календарных понятий (названия месяцев, дней недели), к некоторым именам родства (например, *son, Sohn* — сын; *daughter, Tochter* — дочь; *nephew, Neffe* — племянник), к некоторым названиям животных и общеупотребительных предметов, к личным местоимениям.

Во избежание неясностей или недоразумений надо четко оговорить, что даже знаменательное слово, не говоря уже о словах служебных, не является постоянной самостоятельной единицей перевода. Смысл слова не автономен, он зависит как в оригинале, так и в переводе от контекста, проясняется в контексте (иногда — достаточно широком), и это всегда учитывается сколько-нибудь опытным и внимательным переводчиком. И нередки случаи, когда одно слово оригинала передается на другом языке сочетанием двух или нескольких слов или когда сочетание двух или нескольких знаменательных слов передается одним словом, или когда слово подлинника (притом полнозначное — даже термин) в переводе опускается, будучи ясным из предыдущего текста, или передается местоимением или, наконец, когда местоимение передается полнозначным существительным.

Но постоянной самостоятельной единицей перевода не может быть признан и гораздо больший по объему и формально законченный отрезок текста, каким является предложение. Смысл предложения далеко не всегда абсолютно автономен, а часто зависит от содержания окружающих предложений, целого абзаца, а иногда и

от соседних абзацев. Нередки случаи, когда одно предложение разбивается при переводе на несколько меньших или, наоборот, несколько предложений оригинального текста сливаются в одно большее в тексте перевода.

Строго говоря, не только слово, не только предложение, но порой и более крупный отрезок текста (цепь предложений или даже абзац) нельзя считать постоянной единицей перевода, ибо слишком переменный характер имеют смысловые отношения между всеми этими отрезками текста (и не только в произведении художественной литературы). Порою слова, повторяющиеся в подлиннике на значительном расстоянии друг от друга в различных контекстах, требуют воспроизведения одним и тем же словом в переводе, чему контекст может оказать и сопротивление, а это в свою очередь может вызвать необходимость для переводчика искать среди слов своего языка такое, которое одинаково подходило бы для разных контекстов.

Таким образом, каждое слово и даже каждое предложение как в оригинале, так и в переводе соотносятся с огромной массой других элементов текста, и поэтому, даже говоря о переводе отдельно взятого слова, всегда приходится учитывать роль окружения, контекста, который в известных случаях может потребовать поисков нового варианта.

Библиографический список

1. Верещагин, Е. М., Костомаров В. Г. Язык и культура / Е. М. Верещагин, В. Г. Костомаров. — Москва, 1973. — 220 с.
2. Федоров, А. В. Основы общей теории перевода (Лингвистические проблемы) : учеб. пособие / А. В. Федоров. — Санкт-Петербург : Филологический факультет СПбГУ ; Москва : ООО «Издательский Дом «ФИЛОЛОГИЯ ТРИ», 2002. — 416

В статье приведены данные о видовом составе усохших деревьев, их количественной представленности и распределению на улицах нижней части г. Сыктывкара. Для предупреждения горожан об опасности внезапного падения деревьев предложено провести работы по обозначению их в натуре светоотражающими красками.

Ключевые слова: породный состав, жизненное состояние, распределение деревьев на улицах, практические рекомендации

Г. Г. Романов,
кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник;
Е. В. Юркина,
доктор биологических наук, профессор
(Сыктывкарский лесной институт)

КОЛИЧЕСТВЕННАЯ ПРЕДСТАВЛЕННОСТЬ УСОХШИХ ДЕРЕВЬЕВ В ЗЕЛЕННЫХ НАСАЖДЕНИЯХ ВДОЛЬ УЛИЦ НИЖНЕЙ ЧАСТИ Г. СЫКТЫВКАРА И НЕОБХОДИМОСТЬ ОБОЗНАЧЕНИЯ ИХ В НАТУРЕ

Зеленые насаждения городов, будучи рукотворными, требуют постоянного внимания со стороны человека. Основой знаний о видовом многообразии и жизненном состоянии растений на улицах городов является периодически проводимая инвентаризация насаждений. Последняя инвентаризация зеленых насаждений исторической части г. Сыктывкара была организована администрацией г. Сыктывкара в 2007 г.; последующие плановые (через каждые 5 лет) инвентаризационные работы в 2012 и 2017 гг. ею не проводились. Результатом этого длительного бездействия и отсутствия научного мониторинга за зелеными насаждениями Управление жилищно-коммунального хозяйства МО ГО «Сыктывкар» практически утратило контроль над ситуацией с озеленением улиц и не обладает достоверными сведениями о жизненном состоянии произрастающих на них насаждениях. У специалистов отсутствуют представления о количественном и качественном (в том числе фитопатологическом) состоянии существующих насаждений города, о количестве и распределении по улицам отживших и опасных возможным внезапным падением деревьев. Все это вызывает обеспокоенность общественности города. В связи с вышесказанным, целью работы является определение количества усохших деревьев и их распределение на улицах нижней части г. Сыктывкара как практической основы для разработки мероприятий по предупреждению горожан о грозящей им опасности.

Работы проведены в июне-июле 2022 г. сотрудниками кафедры «Ландшафтная архитектура, строительство и землеустройство» с привлечением студентов. Объектами исследований были уличные древесные насаждения, произрастающие на четных и нечетных сторонах улиц. В качестве методологической основы использован метод сплошных учётов древесных растений, с выявлением наличия основных фитопатологий. На первом этапе определены контуры городских учет-

ных территорий. На втором этапе проведена инвентаризация древесной и кустарниковой растительности улиц нижней части г. Сыктывкар: Советская, Ленина, Интернациональная, Первомайская, Карла Маркса, Орджоникидзе, Бабушкина, Оплеснина, Коммунистическая, Куратова, Пушкина, Домны Каликовой, Красных Партизан, Юхнина, Чернова. На исследуемых объектах установлен видовой состав древесной и кустарниковой растительности. С помощью мерной вилки на высоте груди замерены диаметры растущих деревьев, определена высота деревьев [1]. Возраст древесных растений устанавливался по характерным признакам [2]. Дана оценка качественного состояния деревьев и кустарников с подразделением на три категории: 1 — хорошее, 2 — удовлетворительное, 3 — неудовлетворительное [3]. Кроме того, в оценку вошло выявление фитопатологического состояния растений с определением степени поражения болезнями и вредителями, а также антропогенными факторами [4].

Анализ жизненного состояния уличных насаждений показывает, что сохранность древесных и кустарниковых насаждений в указанной части города в целом выглядит не плохо и составляет 93 %. Древесные растения в хорошем состоянии преобладают в уличных насаждениях и составляют более половины числа обследованных деревьев — 2705 экз., или 63,7 %; в удовлетворительном состоянии отмечено менее трети всех учтенных древесных растений — 1250 экз., или 29,4 %. К вырубке и удалению с улиц подлежат 289 экз. деревьев и кустарников, или 6,9 % от общего числа учтенных растений, в основном относящихся к родам тополь и береза.

Наибольшее количество растений в хорошем состоянии отмечено на ул. Советская. Так, на нечетной стороне этой улицы растения вышеназванной категории составляют 92 % от общего числа растений, и только 4 % отнесены к категории растений, находящихся в удовлетворительном состоянии; на нечетной стороне эти два показателя составили соответственно 78,5 и 1,9 %. Сходная картина по преобладанию растений этой категории наблюдалась на ул. Карла Маркса, Куратова и Домны Каликовой.

Все обследованные деревья неудовлетворительного состояния условно можно разделить на три группы.

К первой группе растений мы отнесли деревья с большими диаметрами стволов (до 60—100 см) и большой высотой до 22 м и выше. Внешне они отличаются потрескавшейся и отшелушенной толстой корой, местами обнаженной древесиной, не возобновившейся после обрезки кроной, либо возобновившейся частично; издают гулкий звук при обстукивании стволов. Все это в совокупности свидетельствует об их высоком возрасте и признаках окончания жизненного цикла. Эта группа растений наиболее возрастная, имеющая возраст более 80—90 лет.

Вторая группа растений, более поздних посадок, имеющих возраст около 60 лет, диаметр стволов от 40 до 60 см и высоту около 15 м. Это, как правило, усохшие, предположительно, из-за болезней, неблагоприятных климатических и биотических факторов и отсутствия ухода за ними.

И, наконец, третья группа отмерших растений, имеет диаметр ствола менее 40 см, нередко с морозобойными трещинами, пустотелые стволы и полностью усохшую крону. Породный состав и распределение рассматриваемых деревьев представлены в таблице.

Породный состав и распределение потенциально опасных деревьев
по улицам нижней части Сыктывкара

№ участка	Название улицы	Породы растений, подлежащие удалению	Сторона улицы, экз.		Всего, экз.
			нечетная	четная	
1	Советская	Тополь Береза Осина	3 2 2	1 — —	8
2	Ленина	Береза Тополь	13 10	12 21	56
3	Интернациональная	Тополь Береза Липа Рябина Клен	8 2 1 — —	6 — — 2 1	20
4	Первомайская	Тополь Лиственница Осина Рябина Береза	11 1 1 3 2	12 — — — 3	33
5	Карла Маркса	Береза Ольха осина	9 — —	2 2 1	14
6.	Горького	Береза	1	1	2
7	Орджоникидзе	Тополь Береза Клен Рябина	2 2 — —	— — 1 1	6
8	Бабушкина	Тополь Липа Береза	8 12 1	10 3 5	39
9	Оплеснина	Тополь Рябина Береза	2 2 —	4 — 1	9
10	Коммунистическая	Тополь Сирень	1 —	3 2	6
11	Куратова	Тополь Береза	2 —	— 13	15
12	Пушкина	Тополь Береза Рябина	— 3 17	1 1 —	22
13	Домны Каликовой	Тополь Береза Рябина ольха	— 3 1 1	2 2 — 2	11
14	Красных партизан	Тополь Береза Ива	3 — 1	— 8 —	12
15.	Юхнина	Тополь Береза	1 1	— —	2
16	Чернова	Тополь Береза	1 —	1 7	10
ИТОГО					195

Как следует из анализа приведенных данных в таблице, наибольшее количество деревьев неудовлетворительного состояния отмечается для ул. Ленина, Первомайская и Бабушкина, на которых произрастают наиболее старые деревья, среди которых отмечено соответственно 56, 33 и 39 экз. таких растений. Заметно меньшее количество таких древесных растений отмечено на ул. Пушкина — 22 экз., Интернациональная — 20, Куратова — 15 и Карла Маркса — 14 экз.; еще меньше их на ул. Красных партизан — 12, Домны Каликовой — 11, Советская — 8, Чернова — 10 экз. и Оплеснина — 9 экз.

Следующая по ранжиру группа рассматриваемых древесных растений зафиксирована на ул. Коммунистическая и Орждоникидзе — по 6 экз. на каждой и меньше всего предназначенных к удалению древесных растений отмечено на коротких ул. Горького и Юхнина — по 2 экз. деревьев на каждой из улиц.

В целом рассматриваемая группа уличных растений, особенно высокие экземпляры деревьев, с большими диаметрами стволов, представляют реальную опасность из-за возможного внезапного падения на автомобили и пешеходов и требуют немедленного удаления с улиц. Учитывая очень низкие темпы удаления с улиц таких деревьев на практике (к примеру, за весь 2016 г., по данным одной из городских газет, Управлением ЖКХ города было удалено всего 28 экз. деревьев), их нахождение и угроза падения будут сохраняться неопределенно долгое время. В целях эффективного выполнения операции по удалению опасных деревьев и предупреждения населения об исходящей от них опасности, на наш взгляд, необходимо организовать на улицах нижней части Сыктывкара работы по мечению стволов удаляемых растений специальными светоотражающими красками. Например, красной краской на стволе дерева в виде кольца шириной 5 см на высоте груди (1,3 м) у лиственных пород со светлой корой (в основном это виды березы) и белой краской на деревьях с темной корой, с последующей отметкой таких растений на карте-схеме учетного участка. Через средства массовой информации и Интернет население города необходимо извещать о значении таких отметин на деревьях и запрещать ставить рядом с ними автомобили, а пешеходам настоятельно рекомендовать соблюдать осторожность при приближении к таким деревьям при пешеходных прогулках по улицам города, особенно в ветреную погоду. Изготовленная итоговая карта-схема участков с отмеченными на них растениями, предназначенными к удалению, будет весьма полезна работникам администрации г. Сыктывкар, отвечающим за озеленение улиц при планировании работ по удалению усохших деревьев и для уверенного их нахождения в натуре.

Библиографический список

1. Дендрометрия: учебное пособие / Е. М. Рунова, С. А. Чжан, О. А. Пузанова, В. А. Савченкова. — Санкт-Петербург : Лань, 2015. — 160 с.
2. Румянцев, Д. Е. Методические подходы для определения возраста деревьев / Д. Е. Румянцев, А. В. Черкашев // Принципы экологии, 2020. — № 4. — С. 104—117.
3. Оценка жизнеспособности деревьев и правила их отбора и назначения к вырубке и пересадке: учебно-методическое пособие для студентов специальности 260500 по дисциплине «Защита растений» / Е. Г. Мозолева, Г. П. Жеребцова, Э. С. Соколова, Д. А. Белов [и др.]. — Москва : МГУЛ, 2004. — 40 с.
4. Кузьмичев, Е. П. Болезни древесных растений: справочник [Болезни и вредители в лесах России. Т. 1.] / Е. П. Кузьмичев, Э. С. Соколова, Е. Г. Мозолева. — Москва : ВНИИЛМ, 2004. — 120 с.

Рассматриваются математические модели зависимости годовой выручки предприятия от некоторых других экономических показателей, взятых из открытой годовой бухгалтерской отчетности предприятия за несколько лет.

Ключевые слова: математические модели в экономике, метод главных компонент

А. А. Самородницкий,

кандидат физико-математических наук, доцент;

Л. В. Сластихина,

кандидат экономических наук, доцент

(Сыктывкарский лесной институт)

О МАТЕМАТИЧЕСКИХ МОДЕЛЯХ ЗАВИСИМОСТИ ГОДОВОЙ ВЫРУЧКИ ПРЕДПРИЯТИЯ ОТ НЕКОТОРЫХ ДРУГИХ ЭКОНОМИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ

О роли и применении математических методов в управленческом учете написано немало научных и методических работ, предназначенных, в том числе, для применения в учебном процессе в качестве алгоритмов расчетных работ студентов. Данные из отчетности предприятий, использованные в таких работах, еще совсем недавно могли вызывать сомнения в их достоверности, так как возможность проверить их подлинность была далеко не у каждого читателя. С 2019 г. работает открытый «Ресурс БФО (бухгалтерской финансовой отчетности)» на сайте vo.nalog.ru Федеральной налоговой службы (ФНС) России. Ресурс сформирован на основании информации, предоставленной составителями отчетности. Это позволяет черпать из него реальную открытую отчетность любого из многих тысяч предприятий, работающих в России.

В настоящей статье рассматриваются некоторые числовые данные годовых бухгалтерских балансов и отчетов о финансовых результатах Акционерного Общества «Монди Сыктывкарский ЛПК» за 2019—2022 гг. Форма отчетности позволяет получить необходимые для настоящей работы данные за 2018 г. Таким образом, имеются открытые данные за 5 лет (с 2018 по 2022 гг.), доступные любому пользователю сети «ИНТЕРНЕТ».

В качестве основного исследуемого показателя Y выбрана годовая выручка предприятия (в млн руб). Математически Y представляет собой объясняемую переменную — вектор-столбец с пятью координатами, первая из которых является выручкой за 2018 г., вторая — за 2019 г., и т. д., пятая — за 2022 г. Поскольку годовая выручка предприятия зависит от многих факторов, значения которых не представляется возможным учесть, логично считать показатель Y случайной векторной величиной.

Среди других показателей отчетности предприятия выделим объясняющие переменные: вектор-столбец X_1 — размер годовой амортизации основных средств предприятия в течение каждого года из 5 лет (в млн руб.), вектор-столбец X_2 — стоимость годовых материальных затрат (в млн руб.), вектор-столбец X_3 — годовой фонд оплаты труда (в млн руб.), вектор-столбец X_4 — среднегодовая

численность работников (чел.). Годовой фонд оплаты труда X_3 является суммой двух показателей — размера начисленной за год заработной платы всех работников и годовых отчислений на социальные нужды работников. В табл. 1 приводятся перечисленные выше исходные данные: значения векторов Y ; X_1, X_2, X_3, X_4 .

Таблица 1. Исходные данные

Год	Y	X_1	X_2	X_3	X_4
2018	65832,150	4316,136	28239,836	5209,442	4729
2019	60695,854	4527,207	29716,223	5208,621	4603
2020	61050,684	4826,507	29496,268	5321,092	4509
2021	71387,958	4829,864	32919,892	5658,130	4491
2022	77969,417	5201,675	34117,008	6467,184	4544

Предположим, что X_1, X_2, X_3, X_4 — основные² открыто доступные показатели финансовой отчетности предприятия, влияющие на выручку Y . В работе рассматриваются линейные модели зависимости Y от переменных X_1, X_2, X_3, X_4 , выделяются скрытые некоррелированные факторы влияния на Y с помощью метода главных компонент, используются общепринятая математическая терминология из курсов линейной алгебры, математического анализа, математической статистики и эконометрики для экономистов, а также элементы факторного анализа (метода главных компонент) в рамках монографий [1, 2].

1. Подготовительный этап. Координаты векторов Y и X_1, X_2, X_3, X_4 являются случайными выборками объема $n = 5$ из соответствующих генеральных совокупностей. Заметим сразу, что эти выборки-векторы не являются одновременными выборками (в одновременной выборке порядок выбора вариантов не задан, варианты можно располагать в удобном порядке), у нас каждая варианта извлекается из генеральной совокупности в определенном году, поэтому получается своего рода временной ряд, в котором варианты возникают в установленные моменты времени (по итогам финансового года).

Наиболее распространенной моделью зависимости Y от X_1, X_2, X_3, X_4 считается модель множественной линейной регрессии:

$$Y = \alpha X_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \beta_3 X_3 + \beta_4 X_4 + \varepsilon, \quad (1)$$

в которой $X_0 = (1, 1, 1, 1, 1)^T$ — вектор-столбец³ из равных единице координат; $\alpha, \beta_1, \beta_2, \beta_3, \beta_4$ — требующие вычисления параметры модели; ε — случайный остаток, разность между векторами Y и его модельным вариантом:

$$\hat{Y} = \alpha X_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \beta_3 X_3 + \beta_4 X_4.$$

В задачах математической статистики часто переходят к переменным в стандартизированной форме (центрированным и нормированным): если

² В отчетности много других показателей деятельности предприятия. При желании можно выбрать другой набор объясняющих переменных или другую объясняемую переменную.

³ Здесь и далее символом A^T обозначается транспонирование матрицы A .

$$Y = (y_1, y_2, y_3, y_4, y_5)^T; X_i = (x_{1i}, x_{2i}, x_{3i}, x_{4i}, x_{5i})^T, i = 1, 2, 3, 4,$$

то выборочные средние:

$$\bar{y} = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n y_j; \bar{x}_i = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n x_{ji}, i = 1, 2, 3, 4, \quad (2)$$

центрированные векторы:

$$Y - \bar{y}X_0; X_i - \bar{x}_iX_0, i = 1, 2, 3, 4,$$

длины центрированных векторов:

$$|Y - \bar{y}X_0| = \sqrt{\sum_{j=1}^n (y_j - \bar{y})^2};$$

$$|X_i - \bar{x}_iX_0| = \sqrt{\sum_{j=1}^n (x_{ji} - \bar{x}_i)^2}, i = 1, 2, 3, 4, \quad (3)$$

стандартизированные переменные

$$Y = (y_1, y_2, y_3, y_4, y_5)^T; X_i = (x_{1i}, x_{2i}, x_{3i}, x_{4i}, x_{5i})^T, i = 1, 2, 3, 4,$$

где

$$y_j = \frac{y_j - \bar{y}}{|Y - \bar{y}X_0|}; x_{ji} = \frac{x_{ji} - \bar{x}_i}{|X_i - \bar{x}_iX_0|}, j = 1, 2, 3, 4, 5; i = 1, 2, 3, 4. \quad (4)$$

При нормировке вариант выборки мы делили на длину центрированного вектора (равную корню из суммы квадратов его координат). Эта длина отличается от соответствующего выборочного среднеквадратического отклонения постоянным множителем $\frac{1}{\sqrt{n}}$. Другими словами:

$$\sigma_y = \frac{|Y - \bar{y}X_0|}{\sqrt{n}}; \sigma_{x_i} = \frac{|X_i - \bar{x}_iX_0|}{\sqrt{n}}, i = 1, 2, 3, 4.$$

Такие нормировки эквивалентны. В математической статистике удобно, чтобы дисперсия (или среднеквадратическое отклонение) стандартизированной выборки равнялась единице. Нам будет удобно, чтобы длина вектора равнялась единице; при этом дисперсии всех стандартизированных таким образом выборок-векторов в \mathbb{R}^n будут равны $\frac{1}{n}$.

Вычисляя выборочные средние по формулам (2), получим

$$\bar{y} = 67387,2126; \bar{x}_1 = 4740,2778; \bar{x}_2 = 30897,8454;$$

$$\bar{x}_3 = 5572,8938; \bar{x}_4 = 4575,2.$$

Длины центрированных векторов, вычисленные по формулам (3), равны

$$|Y - \bar{y}X_0| = 14674,232792; |X_1 - \bar{x}_1X_0| = 673,530972;$$

$$|X_2 - \bar{x}_2X_0| = 4987,719416; |X_3 - \bar{x}_3X_0| = 1065,465251;$$

$$|X_4 - \bar{x}_4X_0| = 192,022915.$$

В табл. 2 приводятся вычисленные по формулам (4) стандартизированные данные: значения векторов $Y; X_1, X_2, X_3, X_4$.

Таблица 2. Стандартизированные данные

Год	Y	X_1	X_2	X_3	X_4
2018	-0,105972	-0,629729	-0,532911	-0,341120	0,800346
2019	-0,455944	-0,316349	-0,236906	-0,341891	0,144774
2020	-0,431813	0,128026	-0,281006	-0,236330	-0,344751
2021	0,272637	0,133010	0,405405	0,079999	-0,438489
2022	0,721142	0,685042	0,645418	0,839342	-0,162481

Для стандартизированных данных модель (1) имеет вид

$$Y = b_1X_1 + b_2X_2 + b_3X_3 + b_4X_4 + \mathcal{E}, \quad (5)$$

в которой b_1, b_2, b_3, b_4 — требующие вычисления параметры модели, \mathcal{E} — случайный остаток, разность между векторами Y и его модельным вариантом

$$\hat{Y} = b_1X_1 + b_2X_2 + b_3X_3 + b_4X_4.$$

С одной стороны, модель (5) в чем-то проще модели (1), с другой стороны, стандартизированные переменные Y, X_1, X_2, X_3, X_4 не имеют размерности, что затрудняет интерпретацию коэффициентов b_1, b_2, b_3, b_4 . Поэтому приведем формулы перехода к «старым» параметрам модели (1):

$$\alpha = \bar{y} - |y - \bar{y}x_0| \cdot \sum_{i=1}^4 \frac{b_i \bar{x}_i}{|x_i - \bar{x}_i x_0|}; \quad \beta_i = \frac{b_i \cdot |y - \bar{y}x_0|}{|x_i - \bar{x}_i x_0|}, \quad i = 1, 2, 3, 4. \quad (6)$$

2. Особый случай. Задача из линейной алгебры. Тот факт, что, пользуясь открытым «Ресурсом БФО» на сайте vo.nalog.ru ФНС России, в настоящее время можно получить данные не более, чем за 5 предыдущих лет, придает некоторую особенность настоящей работе, о которой необходимо сказать. Эта особенность может быть использована и по мере увеличения количества отчетных лет.

Повторим, исходные данные представляют собой векторы в пространстве \mathbb{R}^5 (своеобразные временные ряды из 5 членов каждый). При этом стандартизированные данные имеют общий вид вектор-столбца

$$Z = (z_1, z_2, z_3, z_4, z_5)^T,$$

координаты которого (благодаря стандартизации) удовлетворяют условиям:

$$z_1 + z_2 + z_3 + z_4 + z_5 = 0; \quad z_1^2 + z_2^2 + z_3^2 + z_4^2 + z_5^2 = 1,$$

первое из которых означает, что векторы Y, X_1, X_2, X_3, X_4 лежат в одной четырехмерной гиперплоскости в пространстве \mathbb{R}^5 , поэтому они линейно зависимы. Рассмотрим матрицу $X(5 \times 4)$, столбцами которой являются X_1, X_2, X_3, X_4 . Обозначим $Y|X$ матрицу размера (5×5) , полученную присоединением к X «первого» столбца Y . Вычисляя определители 4 и 5 порядков, можно убедиться в том, что ранги матриц $\text{rang}(Y|X) = \text{rang}X = 4$. Следовательно, X_1, X_2, X_3, X_4 — базис в

упомянутой гиперплоскости. Вычислим координаты вектора $Y = (c_1, c_2, c_3, c_4)^T$ в этом базисе:

$$Y = c_1X_1 + c_2X_2 + c_3X_3 + c_4X_4. \quad (7)$$

Решая систему из пяти уравнений с 4 неизвестными c_1, c_2, c_3, c_4 , получаем единственное решение в силу равенства $\text{rang}(Y|X) = \text{rang}X = 4$:

$$c_1 = -6,912217; c_2 = -3,285218; c_3 = 8,202342; c_4 = -4,259384. \quad (8)$$

Выходит, что модель (5) принимает вид

$$Y = -6,912217X_1 - 3,285218X_2 + 8,202342X_3 - 4,259384X_4, \quad (9)$$

причем $Y = \hat{Y}$ и $\mathcal{E} = \bar{\theta}$ — нулевому вектору. При наличии отчетов за последние 5 лет вектор Y является линейной комбинацией векторов X_1, X_2, X_3, X_4 , коэффициенты которой находятся однозначно.

В следующие годы при пополнении отчетности возникнут шестимерные и более векторы. При неизменном числе зависимых переменных подобная «неслучайность» становится маловероятной. Можно либо пользоваться данными за последние пять лет (не всегда бывают более длинные промежутки со стабильными методиками отчетности предприятия), либо добавить соответствующее число дополнительных объясняющих показателей X_5, X_6 , и т. д.

Что касается критерия Фишера значимости модели (9), то статистическая гипотеза $Y = \bar{\theta}$ о незначимости параметров⁴ модели (9) будет явно отвергнута, поскольку равенство $Y = \hat{Y}$ гарантирует нулевую остаточную дисперсию (и, следовательно, бесконечно большую наблюдаемую величину критерия Фишера). При этом вероятности ошибок первого и второго родов окажутся нулевыми.

3. Применение метода наименьших квадратов. В модели (5) поставим задачу минимизировать остаточную сумму квадратов отклонений:

$$\begin{aligned} S = S(b_1, b_2, b_3, b_4) = \mathcal{E}^2 &= (\hat{Y} - Y)^2 = \sum_{j=1}^n (\hat{y}_j - y_j)^2 = \\ &= \sum_{j=1}^n (b_1x_{j1} + b_2x_{j2} + b_3x_{j3} + b_4x_{j4} - y_j)^2 \rightarrow \min, \end{aligned} \quad (10)$$

где \mathcal{E}^2 и $(\hat{Y} - Y)^2$ — скалярные квадраты векторов.

Можно доказать, что для квадратичной функции $S(b_1, b_2, b_3, b_4)$ точка минимума совпадает с единственной точкой возможного экстремума, в которой 4 частные производные функции $S(b_1, b_2, b_3, b_4)$ по переменным b_1, b_2, b_3, b_4 одновременно обращаются в нуль:

$$S'_{b_i} = 2 \sum_{j=1}^n (b_1x_{j1}x_{ji} + b_2x_{j2}x_{ji} + b_3x_{j3}x_{ji} + b_4x_{j4}x_{ji} - y_jx_{ji}) = 0 \quad (11)$$

при $i = 1, 2, 3, 4$.

⁴ То есть гипотеза о том, что выборочное среднее $\bar{\theta}$ вектора Y , взятое в качестве модельного \hat{Y} , лучше, чем «модельное» $\hat{Y} = Y$ в формуле (9).

Система (11) называется системой нормальных уравнений, а описанный метод вычисления параметров b_1, b_2, b_3, b_4 — обычным методом наименьших квадратов. Система нормальных уравнений может быть записана с помощью скалярных произведений вектор-столбцов:

$$(\hat{Y} - Y)X_i = 0, i = 1, 2, 3, 4. \quad (12)$$

Поскольку X_1, X_2, X_3, X_4 — базис четырехмерной гиперплоскости, а вектор $(\hat{Y} - Y)$ принадлежит этой гиперплоскости, система (12) совместна только при условии $\hat{Y} - Y = \bar{\theta}$ — нулевому вектору. Еще один вариант написания систем (11) и (12) с помощью скалярных произведений вектор-столбцов:

$$\begin{cases} X_1^2 b_1 + X_2 X_1 b_2 + X_3 X_1 b_3 + X_4 X_1 b_4 = Y X_1 \\ X_1 X_2 b_1 + X_2^2 b_2 + X_3 X_2 b_3 + X_4 X_2 b_4 = Y X_2 \\ X_1 X_3 b_1 + X_2 X_3 b_2 + X_3^2 b_3 + X_4 X_3 b_4 = Y X_3 \\ X_1 X_4 b_1 + X_2 X_4 b_2 + X_3 X_4 b_3 + X_4^2 b_4 = Y X_4 \end{cases}, \quad (13)$$

где матрица

$$R = \begin{pmatrix} X_1^2 & X_2 X_1 & X_3 X_1 & X_4 X_1 \\ X_1 X_2 & X_2^2 & X_3 X_2 & X_4 X_2 \\ X_1 X_3 & X_2 X_3 & X_3^2 & X_4 X_3 \\ X_1 X_4 & X_2 X_4 & X_3 X_4 & X_4^2 \end{pmatrix} = X^T \cdot X$$

для системы стандартизированных векторов (соответствующих стандартизованных случайных выборок) является матрицей Грама (корреляционной матрицей⁵). Если $b = (b_1, b_2, b_3, b_4)^T$, то системы (11)—(13) можно записать в эквивалентном матричном виде

$$R \cdot b = Y^T \cdot X. \quad (14)$$

Решение системы (13) совпадает с решением (8) системы (7):

$$b_1 = -6,9122177; b_2 = -3,285218; b_3 = 8,20234; b_4 = -4,259384. \quad (8')$$

Выходит, что модель (5) тоже принимает вид

$$Y = -6,912217X_1 - 3,285218X_2 + 8,202342X_3 - 4,259384X_4, \quad (9)$$

причем $Y = \hat{Y}$ и $\mathcal{E} = \bar{\theta}$ — нулевому вектору. Небольшая история отчетности и здесь позволяет исключить случайность и отклонения модельной выручки.

Вернемся к коэффициентам $\alpha, \beta_1, \beta_2, \beta_3, \beta_4$ по формулам (6) и к модели (1). Получим

⁵ Матрица Грама R составлена из скалярных произведений стандартизированных (имеющих нулевые средние и равную единице сумму квадратов координат, т. е. единичную длину) векторов $X_i X_j$. Выше было показано, что среднеквадратические отклонения X_i и X_j равны $1/\sqrt{n}$. Парная корреляция между X_i и X_j вычисляется как частное выражения $X_i X_j/n$ и величины $\sigma_{X_i} \sigma_{X_j}$, т. е. равна $X_i X_j$.

$$\alpha = \bar{y} - |y - \bar{y}x_0| \cdot \sum_{i=1}^4 \frac{b_i \bar{x}_i}{|x_i - \bar{x}_i x_0|} = 1939560,136506;$$

$$\beta_1 = \frac{b_1 \cdot |y - \bar{y}x_0|}{|x_1 - \bar{x}_1 x_0|} = -150,5966; \beta_2 = \frac{b_2 \cdot |y - \bar{y}x_0|}{|x_2 - \bar{x}_2 x_0|} = -9,665351;$$

$$\beta_3 = \frac{b_3 \cdot |y - \bar{y}x_0|}{|x_3 - \bar{x}_3 x_0|} = 112,967619; \beta_4 = \frac{b_4 \cdot |y - \bar{y}x_0|}{|x_4 - \bar{x}_4 x_0|} = -325,498606.$$

Модель (1) принимает вид

$$y = 1939560,136506x_0 - 150,5966x_1 - 9,665351x_2 + \\ + 112,967619x_3 - 325,498606x_4 + \varepsilon.$$

Вычисляя

$$\hat{y} = 1939560,136506x_0 - 150,5966x_1 - 9,665351x_2 + \\ + 112,967619x_3 - 325,498606x_4, \quad (15)$$

убеждаемся, что $y = \hat{y}$ и $\varepsilon = \bar{\varepsilon}$.

Следует отметить, что в эконометрике для применения метода наименьших квадратов в модели (1) проверяют целый ряд предпосылок: некоррелированность объясняющих переменных, некоррелированность, нормальную распределенность, нулевое среднее и гомоскедастичность координат вектора ε . Очевидно, что в нашем примере указанные предпосылки либо не выполнены, либо не могут быть проверены из-за малого объема выборки. Однако метод наименьших квадратов, как показано выше, применим, так как он дает тот же результат, что и алгоритм в рамках линейной алгебры, а последний не нуждается в проверке статистических предпосылок. Модель (15) тоже можно было получить в рамках линейной алгебры, проверив линейную независимость векторов x_0, x_1, x_2, x_3, x_4 в пространстве \mathbb{R}^5 и вычислив координаты вектора y в базисе x_0, x_1, x_2, x_3, x_4 . На этом пути возникнет другая проблема — наличие больших чисел в системе линейных уравнений потребует дополнительных усилий по соблюдению точности вычислений.

Матрица R является корреляционной матрицей и для величин x_1, x_2, x_3, x_4 . Ее численное выражение следующее:

$$R = \begin{pmatrix} 1,000000 & 0,870620 & 0,878339 & -0,763944 \\ 0,870620 & 1,000000 & 0,903351 & -0,646888 \\ 0,878339 & 0,903351 & 1,000000 & -0,412697 \\ -0,763944 & -0,646888 & -0,412697 & 1,000000 \end{pmatrix}. \quad (16)$$

Интерпретировать коэффициенты модели (15) было бы удобно, если каждая переменная могла меняться независимо от других. Но коэффициенты парной корреляции в матрице R показывают, что изменение одной переменной немедленно инициирует изменение любой другой. Возникает вопрос о переходе к новым некоррелированным переменным.

4. Поиск главных компонент. Требуется перейти от базиса X_1, X_2, X_3, X_4 гиперплоскости:

$$\mathcal{G} = \{Z = (z_1, z_2, z_3, z_4, z_5)^T \in \mathbb{R}^5: z_1 + z_2 + z_3 + z_4 + z_5 = 0\}$$

к ортогональному базису F_1, F_2, F_3, F_4 гиперплоскости \mathcal{G} . При этом F_1, F_2, F_3, F_4 окажутся новыми факторами, влияние которых на зависимую переменную Y суммарно совпадет с влиянием переменных X_1, X_2, X_3, X_4 , но факторы F_1, F_2, F_3, F_4 будут некоррелированными, фактор F_1 заберет на себя максимум суммарного влияния на Y , фактор F_2 заберет на себя максимум суммарного влияния на Y , оставшегося после устранения влияния фактора F_1 , фактор F_3 заберет максимум влияния на Y после устранения влияния факторов F_1 и F_2 , фактор F_4 получает оставшееся влияние на Y (после устранения влияния остальных факторов).

Для нахождения F_1 следует вычислить наибольшее собственное число корреляционной матрицы R и соответствующий этому числу нормированный собственный вектор. Обычно в линейной алгебре для вычисления всех собственных чисел $\lambda_1, \lambda_2, \lambda_3, \lambda_4$ матрицы R составляют характеристический многочлен (в нашем случае — четвертой степени) $\det(R - \lambda E)$, где E — единичная матрица четвертого порядка, а многочлен переменной λ получается после вычисления определителя. Корни характеристического многочлена и есть собственные числа матрицы R . Собственный вектор ξ , отвечающий собственному числу λ , вычисляется с точностью до ненулевого множителя из системы линейных уравнений $R\xi = \lambda\xi$.

Корреляционная матрица R является симметричной и положительно определенной, поэтому все ее собственные числа являются действительными положительными числами.

Нам будет удобнее применить известный алгоритм вычисления наибольшего собственного числа матрицы R и соответствующего ему собственного вектора. Выбираем произвольно вектор-столбец в \mathbb{R}^4 единичной длины, например $W_0 = (0,5; 0,5; 0,5; 0,5)^T$. Вычисляем

$$W_n = \frac{R \cdot W_{n-1}}{|R \cdot W_{n-1}|}, n \in \mathbb{N} \quad (17)$$

(W_n — вектор, сонаправленный с $R \cdot W_{n-1}$, но единичной длины).

Тогда

$$\lim_{n \rightarrow \infty} W_n = V_1; \lim_{n \rightarrow \infty} |R \cdot W_n| = \lambda_1,$$

где V_1 — собственный вектор единичной длины, отвечающий наибольшему собственному числу λ_1 матрицы R . В нашем случае вычисления дали результаты

$$W_n = (0,540380; 0,528493; 0,498394; -0,424603)^T \text{ при } n \geq 11, \\ |R \cdot W_n| = 3,261832 \text{ при } n \geq 7.$$

Поэтому

$$\lambda_1 = 3,261832 \text{ и } V_1 = (0,540380; 0,528493; 0,498394; -0,424603)^T.$$

Рассмотрим вектор-столбец:

$$A_1 = \sqrt{\lambda_1} \cdot V_1 = (0,975956; 0,954486; 0,900127; -0,766857)^T.$$

Первая главная компонента F_1 длины $\sqrt{\lambda_1}$ вычисляется по формуле

$$F_1 = X \cdot V_1 = (-1,132029; -0,528020; -0,050730; 0,512185; 1,198595)^T.$$

Устраним влияние первой главной компоненты из матрицы R :

$$R_1 = R - A_1 \cdot A_1^T = \begin{pmatrix} 0,047510 & -0,060917 & -0,000145 & -0,015526 \\ -0,060917 & 0,088956 & 0,044192 & 0,085067 \\ -0,000145 & 0,044192 & 0,189771 & 0,277572 \\ -0,015526 & 0,085067 & 0,277572 & 0,411931 \end{pmatrix},$$

где $A_1(4 \times 1) \cdot A_1^T(1 \times 4) = A_1 \cdot A_1^T(4 \times 4)$.

Матрица R_1 обладает теми же собственными векторами, что и R , теми же собственными числами, что и R , кроме одного: собственному вектору V_1 матриц R_1 и R отвечает вычисленное собственное число $\lambda_1 = 3,261832$ матрицы R и собственное число $\lambda_1 = 0$ матрицы R_1 . Поэтому, повторяя процедуру вычисления собственного вектора, отвечающего наибольшему собственному числу, но уже для матрицы R_1 , фактически получаем собственный вектор матрицы R , отвечающий второму по величине собственному числу матрицы R .

Выбираем тот же $W_0 = (0,5; 0,5; 0,5; 0,5)^T$ и по формулам (17) для R_1 вместо R получаем

$$W_n = (-0,041745; 0,181715; 0,547539; 0,815744)^T \text{ при } n \geq 9, \\ |R \cdot W_n| = 0,617985 \text{ при } n \geq 4.$$

Поэтому

$$\lambda_2 = 0,617985 \text{ и } V_2 = (-0,041745; 0,181715; 0,547539; 0,815744)^T.$$

Рассмотрим вектор-столбец

$$A_2 = \sqrt{\lambda_2} \cdot V_2 = (-0,032816; 0,142849; 0,430432; 0,641273)^T.$$

Вторая главная компонента F_2 длины $\sqrt{\lambda_2}$ вычисляется по формуле

$$F_2 = X \cdot V_2 = (0,396040; -0,098943; -0,467035; -0,245777; 0,415716)^T.$$

Устраним влияние второй главной компоненты из матрицы R_1 :

$$R_2 = R_1 - A_2 \cdot A_2^T = \begin{pmatrix} 0,046434 & -0,056229 & 0,013980 & 0,005518 \\ -0,056229 & 0,068550 & -0,017294 & -0,006539 \\ 0,013980 & -0,017294 & 0,004500 & 0,001548 \\ 0,005518 & -0,006539 & 0,001548 & 0,000700 \end{pmatrix},$$

где $A_2(4 \times 1) \cdot A_2^T(1 \times 4) = A_2 \cdot A_2^T(4 \times 4)$. Матрица R_2 обладает теми же собственными векторами, что и R_1 , теми же собственными числами, что и R_1 , кроме

одного: собственному вектору V_2 матриц R_1 и R_2 отвечает вычисленное собственное число $\lambda_2 = 0,617985$ матрицы R_1 и собственное число $\lambda_2 = 0$ матрицы R_2 . Поэтому, повторяя процедуру вычисления собственного вектора, отвечающего наибольшему собственному числу, но уже для матрицы R_2 , фактически получаем собственный вектор матрицы R , отвечающий третьему по величине собственному числу матрицы R .

Выбираем тот же $W_0 = (0,5; 0,5; 0,5; 0,5)^T$ и по формулам (17) для R_2 вместо R получаем

$$W_n = (0,621772; -0,756329; 0,189900; 0,072829)^T \text{ при } n \geq 11, \\ |R \cdot W_n| = 0,119747 \text{ при } n \geq 3.$$

Поэтому

$$\lambda_3 = 0,119747 \text{ и } V_3 = (0,621772; -0,756329; 0,189900; 0,072829)^T.$$

Рассмотрим вектор-столбец:

$$A_3 = \sqrt{\lambda_3} \cdot V_3 = (0,215161; -0,261724; 0,065714; 0,025202)^T.$$

Третья главная компонента F_3 длины $\sqrt{\lambda_3}$ вычисляется по формуле

$$F_3 = X \cdot V_3 = (0,005062; -0,071899; 0,222149; -0,240661; 0,085349)^T.$$

Устраним влияние третьей главной компоненты из матрицы R_2 :

$$R_3 = R_2 - A_3 \cdot A_3^T = \begin{pmatrix} 0,000139 & 0,000084 & -0,000159 & 0,000095 \\ 0,000084 & 0,000050 & 0,000096 & 0,000057 \\ -0,000159 & -0,000096 & 0,000181 & -0,000108 \\ 0,000095 & 0,000057 & -0,000108 & 0,000065 \end{pmatrix}.$$

Аналогично вычисляем

$$\lambda_4 = 0,000436, \\ V_4 = (0,565373; 0,340062; -0,644780; 0,385966)^T, \\ A_4 = \sqrt{\lambda_4} \cdot V_4 = (0,011804; 0,007100; -0,013462; 0,008058)^T, \\ F_4 = X \cdot V_4 = (-0,008170; 0,016904; -0,003858; -0,007760; 0,002884)^T.$$

Убеждаемся, что остаточная матрица $R_4 = R_3 - A_4 \cdot A_4^T = \mathbb{O}(4 \times 4)$ — нулевая матрица четвертого порядка.

Пусть $V(4 \times 4)$ — матрица, столбцами которой (в соответствии с нумерацией) являются вектор-столбцы V_1, V_2, V_3, V_4 , матрица $A(4 \times 4)$ составлена из вектор-столбцов A_1, A_2, A_3, A_4 , матрица $F(5 \times 4)$ составлена из вектор-столбцов F_1, F_2, F_3, F_4 . Матрицы A и V называют матрицами факторных (или компонентных) нагрузок. Матрицу F можно назвать матрицей главных компонент. Легко проверить следующие свойства: $F = X \cdot V$, V — ортогональная матрица, то есть для единичной матрицы четвертого порядка E будет $V \cdot V^T = V^T \cdot V = E$ или $V^T = V^{-1}$, $R = X^T \cdot X = A \cdot A^T$, $D = D(\lambda_1, \lambda_2, \lambda_3, \lambda_4) = F^T \cdot F = A^T \cdot A$ — диагональная матрица, на диагонали которой вычисленные выше собственные числа матрицы R .

Заметим, что $D = F^T \cdot F$ — матрица Грама для набора главных компонент F_1, F_2, F_3, F_4 . Таким образом, формула $F = X \cdot V$ показывает, что найдено ортогональное преобразование V , переводящее матрицу X исходных объясняющих переменных в матрицу некоррелированных главных компонент F . Обратное преобразование задается формулой $X = F \cdot V^T$, в которой i -й столбец X_i матрицы X получается, как произведение матрицы F на i -й столбец матрицы V^T ($i = 1, 2, 3, 4$).

Напомним, что $b = (b_1, b_2, b_3, b_4)^T$ — вектор-столбец коэффициентов

$$b_1 = -6,9122177; b_2 = -3,285218; b_3 = 8,20234; b_4 = -4,259384 \quad (8')$$

в разложении

$$Y = -6,912217X_1 - 3,285218X_2 + 8,20234X_3 - 4,259384X_4, \quad (9)$$

которое можно записать в матричном виде $Y = X \cdot b$. С учетом полученного выше возникает модель $Y = F \cdot V^T \cdot b$, в которой вектор-столбец $V^T \cdot b$ имеет координаты

$$V^T \cdot b = (0,425111; 0,708111; -0,565696; -11,957843)^T, \quad (18)$$

т. е.

$$Y = 0,425111 \cdot F_1 + 0,708111 \cdot F_2 - 0,565696 \cdot F_3 - 11,957843 \cdot F_4. \quad (19)$$

Главные компоненты F_1, F_2, F_3, F_4 являются центрированными, но не нормированными, длины векторов F_1, F_2, F_3, F_4 связаны с соответствующими собственными числами $\lambda_1, \lambda_2, \lambda_3, \lambda_4$ матрицы R . Поэтому диагональная матрица Грама $D = D(\lambda_1, \lambda_2, \lambda_3, \lambda_4) = F^T \cdot F$ для набора F_1, F_2, F_3, F_4 будет ковариационной, но не корреляционной. Нормируем векторы F_1, F_2, F_3, F_4 , разделив каждый из них по координатно на его длину, получим единичные вектор-столбцы G_1, G_2, G_3, G_4 и составленную из них матрицу нормированных главных компонент

$$G = \begin{pmatrix} -0,626797 & 0,503791 & 0,014628 & -0,391289 \\ -0,292361 & -0,125863 & -0,207773 & 0,809638 \\ -0,028089 & -0,594102 & 0,641964 & -0,184781 \\ 0,283593 & -0,312645 & -0,695461 & -0,371695 \\ 0,663654 & 0,528819 & 0,246641 & 0,138126 \end{pmatrix}. \quad (20)$$

Обозначим $\sqrt{D} = D(\sqrt{\lambda_1}, \sqrt{\lambda_2}, \sqrt{\lambda_3}, \sqrt{\lambda_4})$ диагональная матрица с величинами $\sqrt{\lambda_1}, \sqrt{\lambda_2}, \sqrt{\lambda_3}, \sqrt{\lambda_4}$ на главной диагонали. Это обозначение оправдано, так как матричный квадрат совпадает с D : $\sqrt{D} \cdot \sqrt{D} = D$. Заметим, что $F = G \cdot \sqrt{D}$, поэтому $Y = F \cdot V^T \cdot b = G \cdot \sqrt{D} \cdot V^T \cdot b$. Пусть $H = \sqrt{D} V^T b = (h_1, h_2, h_3, h_4)$. Тогда $Y = G \cdot H = h_1 G_1 + h_2 G_2 + h_3 G_3 + h_4 G_4$. Вычисляем:

$$H = (0,767774; 0,556661; -0,195756; -0,249663)^T; \\ Y = 0,7677742G_1 + 0,556661G_2 - 0,195756G_3 - 0,249663G_4. \quad (21)$$

Теперь единичные вектор-столбцы G_1, G_2, G_3, G_4 попарно ортогональны (не коррелируют друг с другом), а коэффициенты при них в (21) являются координатами вектора H единичной длины.

5. Модели с тремя объясняющими переменными. Вернемся к анализу корреляционной матрицы переменных X_1, X_2, X_3, X_4 :

$$R = \begin{pmatrix} 1,000000 & 0,870620 & 0,878339 & -0,763944 \\ 0,870620 & 1,000000 & 0,903351 & -0,646888 \\ 0,878339 & 0,903351 & 1,000000 & -0,412697 \\ -0,763944 & -0,646888 & -0,412697 & 1,000000 \end{pmatrix}. \quad (16)$$

Существует рекомендация удаления из модели объясняющей переменной, имеющей наибольшую корреляцию с другими объясняющими переменными. Это переменная X_1 . Рассмотрим модель линейной множественной регрессии

$$Y = b_2X_2 + b_3X_3 + b_4X_4 + \varepsilon. \quad (22)$$

Нормальная система метода наименьших квадратов имеет вид

$$\begin{cases} X_2X_2b_2 + X_2X_3b_3 + X_2X_4b_4 = X_2Y \\ X_3X_2b_2 + X_3X_3b_3 + X_3X_4b_4 = X_3Y, \\ X_4X_2b_2 + X_4X_3b_3 + X_4X_4b_4 = X_4Y \end{cases}$$

а после вычисления скалярных произведений

$$\begin{cases} b_2 + 0,903351b_3 - 0,646888b_4 = 0,861810 \\ 0,903351b_2 + b_3 - 0,412697b_4 = 0,921196 \\ -0,646888b_2 - 0,412697b_3 + b_4 = -0,238747 \end{cases}.$$

Решение системы единственное:

$$b_2 = 0,817470; b_3 = 0,364527; b_4 = 0,440504.$$

Модельный вектор-столбец

$$\begin{aligned} \hat{Y} &= b_2X_2 + b_3X_3 + b_4X_4 = \\ &= (-0,207167; -0,254519; -0,467726; 0,167412; 0,762000)^T. \end{aligned}$$

Сравнивая его с исходным Y (см. табл. 2), можем вычислить остаточную сумму квадратов отклонений — это скалярный квадрат $(Y - \hat{Y})^2 = 0,064864$. Общая сумма квадратов отклонений равна $|Y|^2 = 1$, факторная 0,935136. Факторная дисперсия $s_{\text{фак}}^2 = \frac{0,935136}{3} = 0,311712$ получена с учетом трех степеней свободы ($p = 3$ — три параметра в уравнении регрессии), остаточная дисперсия $s_{\text{ост}}^2 = \frac{0,064864}{1} = 0,064864$ (так как число степеней свободы остаточной суммы квадратов отклонений равно $n - p - 1 = 5 - 4 = 1$). Нулевая гипотеза $H_0: \hat{Y} = \bar{\theta}$. Наблюдаемое значение критерия Фишера

$$F_{\text{набл}} = \frac{s_{\text{фак}}^2}{s_{\text{ост}}^2} = 4,805630 < F_{\text{крит}}(\alpha, 3, 1),$$

при любой вероятности $\alpha \leq 0,32$. Нулевая гипотеза $H_0: \hat{Y} = \bar{\theta}$ принимается. Модель (22) не является значимой. Другими словами, $F_{\text{набл}} \geq F_{\text{крит}}(\alpha, 3, 1)$ при лю-

бой вероятности $\alpha > 0,32$, и вероятность ошибки первого рода (отвергнуть гипотезу $H_0: \hat{Y} = \bar{\theta}$, если она окажется верной) равна не менее 0,32. При принятии нулевых гипотез, как правило, используют соглашение $\alpha \leq 0,05$.

Можно проверить, что удаление из линейной модели любой одной из четырех объясняющих переменных X_1, X_2, X_3, X_4 приведет к аналогичному результату, то есть статистически значимой по Фишеру линейной регрессионной модели с тремя из четырех переменных X_1, X_2, X_3, X_4 в рассматриваемом примере не существует.

Все-таки есть один вариант трех объясняющих переменных — рассматривать данные за 4 года (с 2018 по 2021), а затем сравнить их (в плане прогнозирования) с результатами за 5 лет, добавляя данные 2022 года. Если, для примера, рассмотреть зависимость Y от объясняющих переменных X_1, X_2, X_3 (как вектор-столбцов в \mathbb{R}^4), то получим единственное разложение

$$Y = -0,789562X_1 - 0,474312X_2 + 1,821048X_3, \quad (9')$$

в котором знаки и относительные величины параметров модели визуально соответствуют аналогичным характеристикам параметров модели (9). Переменные X_1, X_2, X_3 в \mathbb{R}^4 образуют базис в гиперплоскости

$$G = \{Z = (z_1, z_2, z_3, z_4)^T \in \mathbb{R}^4: z_1 + z_2 + z_3 + z_4 = 0\}.$$

Перейдем к ортогональному базису F_1, F_2, F_3 из главных компонент, вычисляя собственные числа $\lambda_1 = 2,590806, \lambda_2 = 0,354825, \lambda_3 = 0,054368$ матрицы R и соответствующие им собственные векторы F_1, F_2, F_3 , которые в качестве столбцов образуют матрицу

$$F = \begin{pmatrix} -0,929683 & -0,252335 & -0,113500 \\ -0,414378 & -0,005313 & 0,192792 \\ 0,101270 & 0,487943 & -0,063874 \\ 1,242791 & -0,230295 & -0,015418 \end{pmatrix}.$$

Модель (19) принимает вид

$$Y = 0,380119 \cdot F_1 - 1,163999 \cdot F_2 - 1,632546 \cdot F_3. \quad (19')$$

Нормируя столбцы матрицы F , получим столбцы G_1, G_2, G_3 единичной длины и аналог модели (21):

$$Y = 0,611838 \cdot G_1 - 0,693362 \cdot G_2 - 0,380661 \cdot G_3. \quad (21')$$

6. Интерпретация главных компонент. Соберем необходимые для заключительного раздела данные. Это значения объясняемой переменной Y и объясняющих переменных X_1, X_2, X_3, X_4 из таблицы 2, вектор-столбец $b = (b_1, b_2, b_3, b_4)^T$ с координатами

$$b_1 = -6,9122177; b_2 = -3,285218; b_3 = 8,20234; b_4 = -4,259384 \quad (8')$$

модель $Y = X \cdot b$, принимающая вид

$$Y = -6,912217X_1 - 3,285218X_2 + 8,202342X_3 - 4,259384X_4, \quad (9)$$

матрица факторных нагрузок V с единичными столбцами V_1, V_2, V_3, V_4 :

$$V = \begin{pmatrix} 0,540380 & -0,041744 & 0,621722 & 0,565373 \\ 0,528493 & 0,181714 & -0,756329 & 0,340062 \\ 0,498394 & 0,547539 & 0,189900 & -0,644780 \\ -0,424603 & 0,815744 & 0,072829 & 0,385966 \end{pmatrix}, \quad (23)$$

матрица главных компонент $F = X \cdot V$

$$F = X \cdot V = \begin{pmatrix} -1,132029 & 0,396040 & 0,005062 & -0,008170 \\ -0,528020 & -0,098943 & -0,071899 & 0,016904 \\ -0,050730 & -0,467035 & 0,222149 & -0,003858 \\ 0,512185 & -0,245777 & -0,240661 & -0,007760 \\ 1,198595 & 0,415716 & 0,085349 & 0,002884 \end{pmatrix}, \quad (24)$$

вектор

$$V^T \cdot b = (0,425111; 0,708111; -0,565696; -11,957843)^T, \quad (18)$$

модель

$$Y = 0,425111 \cdot F_1 + 0,708111 \cdot F_2 - 0,565696 \cdot F_3 - 11,957843 \cdot F_4, \quad (19)$$

матрица G с нормированными столбцами G_1, G_2, G_3, G_4 (20), полученная из матрицы F со столбцами F_1, F_2, F_3, F_4 , матрица $\sqrt{D} = D(\sqrt{\lambda_1}, \sqrt{\lambda_2}, \sqrt{\lambda_3}, \sqrt{\lambda_4})$ — диагональная матрица с величинами $\sqrt{\lambda_1}, \sqrt{\lambda_2}, \sqrt{\lambda_3}, \sqrt{\lambda_4}$ на главной диагонали, вектор $H = \sqrt{D}V^T b$:

$$H = (0,767774; 0,556661; -0,195756; -0,249663)^T$$

и модель $Y = G \cdot H$:

$$Y = 0,7677742G_1 + 0,556661G_2 - 0,195756G_3 - 0,249663G_4. \quad (21)$$

Сумма квадратов длин объясняющих переменных X_1, X_2, X_3, X_4 равна 4, сумма квадратов длин главных компонент

$$\begin{aligned} |F_1|^2 + |F_2|^2 + |F_3|^2 + |F_4|^2 &= \lambda_1 + \lambda_2 + \lambda_3 + \lambda_4 = \\ &= 3,261832 + 0,617985 + 0,119747 + 0,000436 = 4, \end{aligned}$$

поэтому относительные вклады скалярных квадратов компонент F_1, F_2, F_3, F_4 в сумму скалярных квадратов соответственно равны 88,55 %, 15,45 %, 2,99 % и 0,01 %.

В формуле (21) сумма квадратов коэффициентов равна 1. Так как длины векторов Y, G_1, G_2, G_3, G_4 равны единице, относительный вклад слагаемых формулы (21) в скалярный квадрат суммы соответственно равен 58,95 %, 30,99 %, 3,83 %, 6,23 %. По-прежнему в модели (21) остаточная сумма квадратов отклонений равна нулю. Модель — адекватная. Удаление из (21) любого слагаемого, как можно проверить, дает неадекватную по критерию Фишера линейную модель с вероятностью ошибки первого рода (относительно гипотезы $H_0: \hat{Y} = \bar{\theta}$) не менее, чем 0,24.

Осталось обсудить интерпретацию (21).

Модели (19) и (21) отличаются только тем, что длины главных компонент F_1, F_2, F_3, F_4 , равные соответственно корням из собственных чисел $\sqrt{\lambda_1}, \sqrt{\lambda_2}, \sqrt{\lambda_3}, \sqrt{\lambda_4}$ матрицы R в формуле (21) включены в параметры модели формулой $H = \sqrt{D}V^T b$. Матричное произведение $F = X \cdot V$ можно записать с помощью столбцов F_1, F_2, F_3, F_4 и X_1, X_2, X_3, X_4 матриц F и X и элементов столбцов $V_i = (v_{1i}, v_{2i}, v_{3i}, v_{4i})^T, i = 1, 2, 3, 4$, ортогональной матрицы V :

$$F_i = v_{1i}X_1 + v_{2i}X_2 + v_{3i}X_3 + v_{4i}X_4, i = 1, 2, 3, 4. \quad (25)$$

Интерпретируя формулу (25), необходимо помнить, что векторы X_1, X_2, X_3, X_4 не ортогональны⁶, изменение любого из X_i влечет изменение остальных в соответствии с матрицей парных корреляций⁷ R .

Рассмотрим первую главную компоненту

$$F_1 = 0,540380X_1 + 0,528493X_2 + 0,498394X_3 - 0,424603X_4. \quad (26)$$

Коэффициенты уравнения (26) по абсолютной величине похожи, сумма их квадратов равна 1, X_1, X_2, X_3, X_4 — единичные векторы, поэтому вклад каждого слагаемого в сумму в формуле (26) можно вычислить как квадрат соответствующего коэффициента (соответственно 29,20 %, 27,93 %, 24,84 %, 18,03 %). Отметим еще раз, что в формуле (26) «скрыт» вклад от взаимодействия переменных X_1, X_2, X_3, X_4 , вполне объясняемый матрицей R парных выборочных корреляций (16). Минус при X_4 соответствует тому, что численность работающих на предприятии X_4 с 2018 по 2021 ежегодно снижалась. В формуле (16) коэффициенты парной корреляции переменной X_4 с каждой из остальных переменных X_1, X_2, X_3 отрицательны (при этом все остальные парные корреляции в (16) положительны). Если рассмотреть переменную $-X_4$, вместо X_4 , то соответствующая матрица R будет состоять из положительных парных корреляций, а коэффициенты соответствующей модели (26) станут положительными. Первую главную компоненту F_1 можно обобщенно назвать «фактором всех затрат» (амортизации основных средств, материальных затрат, затрат на выплату заработной платы и отчислений на социальные нужды, количеством трудовых ресурсов — меньшее число работающих за счет интенсивности или квалификации выполняет больший объем работы).

Вторая главная компонента может быть условно названа «балансом трудовых затрат и трудовых ресурсов»:

$$F_2 = -0,041744X_1 + 0,181714X_2 + 0,547539X_3 + 0,815744X_4, \quad (27)$$

так как вклад каждого слагаемого в сумму формулы (27) соответственно 0,17 %, 3,30 %, 29,98 %, 66,54 %, т. е. влияние первых двух слагаемых слабое, а координаты

⁶ Длины столбцов матрицы F не равны единице из-за неортогональности векторов X_1, X_2, X_3, X_4 , хотя сами столбцы X_1, X_2, X_3, X_4 и V_1, V_2, V_3, V_4 матриц X и V являются единичными векторами.

⁷ С точки зрения линейной алгебры парные выборочные корреляции столбцов X_1, X_2, X_3, X_4 представляют собой косинусы углов между соответствующими векторами в пятимерном пространстве.

наты вектора F_2 (второго столбца формулы (24)) объясняются темпами изменений показателей X_3 (фонд оплаты труда) и X_4 (количество работающих). Действительно, если показатели X_3 и X_4 за 2018 год принять за 100 %, то динамика изменений видна из приведенных в табл. 3 результатов вычислений.

Таблица 3. Динамика изменений фонда оплаты труда и численности работающих (в процентах к 2018 г.)

Год	2018	2019	2020	2021	2022
X_3	100	99,98	102,14	108,61	124,14
X_4	100	97,34	95,35	94,97	96,09

В этой динамике до 2021 г. рост фонда оплаты труда «отставал» от уменьшения численности. Лишь в 2022 г. соотношение X_3 и X_4 резко изменилось: численность перестала уменьшаться, а фонд оплаты труда существенно вырос.

Аналогично:

$$F_3 = 0,621772X_1 - 0,756329X_2 + 0,189900X_3 + 0,072829X_4, \quad (28)$$

$$F_4 = 0,565373X_1 + 0,340062X_2 - 0,644780X_3 + 0,385966X_4. \quad (29)$$

В компоненте F_3 вклад слагаемых в сумму (28) составляет 38,66 %, 57,20 %, 3,61 %, 0,53 % соответственно. Обращаем внимание на первые два слагаемых. Они соответствуют переменным X_1 и X_2 (амортизации и материальным затратам). Вторая и четвертая координаты вектора F_3 в формуле (24) имеют отрицательные знаки. Они получаются, если второе слагаемое в (28) по абсолютной величине больше первого. Рассмотрим динамику X_1 и X_2 (принимая за 100 % значения 2018 года) в табл. 4.

Таблица 4. Динамика амортизации и материальных затрат

Год	2018	2019	2020	2021	2022
X_1	100	104,89	111,82	111,90	120,52
X_2	100	105,23	104,49	116,57	120,81

Второй и четвертый отчетные годы — это 2019 и 2021. Видим, что именно в эти годы рост X_2 происходил быстрее, чем рост X_1 . Поэтому компоненту F_3 можно назвать «фактором овеществленных затрат».

В формуле (29) вклад слагаемых в сумму соответственно равен 31,96; 11,56; 41,57 и 14,90 %. Вектор F_4 имеет две положительные координаты, соответствующие 2019 и 2022 гг., причем координата 2019 г. имеет самое большое абсолютное значение, ее вклад в длину вектора F_4 составляет 65,6 %. В 2019 г. можно отметить наименьший (за период с 2018 по 2022 гг.) фонд оплаты труда, ниже среднего, но не самые низкие, показатели амортизации и материальных затрат, высокая, но не наибольшая численность работающих. Это в формуле (29) дало отрицательные значения слагаемых, соответствующих амортизации и материальным затратам, и положительные значения последних двух слагаемых. В 2022

г. положительная координата вектора F_4 получается, наоборот, за счет положительности первых двух слагаемых и отрицательности последних двух при численности работающих ниже среднего, но ее вклад в длину вектора F_4 составил менее 2 %. Компоненту F_4 можно назвать «фактором противопоставления ранее созданной стоимости и добавленной стоимости», где ранее созданная стоимость учитывается в показателях амортизации и материальных затрат, а добавленная стоимость учитывается в количестве работников и фонде оплаты труда.

Таким образом, мы описали значение моделей (19) и (21), в которых F_1, F_2, F_3, F_4 — некоррелированные центрированные обобщенные объясняющие переменные, а G_1, G_2, G_3, G_4 получены из F_1, F_2, F_3, F_4 нормированием по длинам векторов. Подобную интерпретацию можно провести и с моделью (19') с тремя объясняющими факторами и данными за 2018-2021 годы. Напомним еще раз, что мы работали с учебными по размерам моделями. Подобное исследование с применением вычислительных методов можно провести с большими объемами данных при наличии достоверной информации из бухгалтерской отчетности предприятия.

Библиографический список

1. Иберла, К. Факторный анализ : пер. с нем. / К. Иберла. — Москва : Статистика, 1980. — 398 с.
2. Харман, Г. Современный факторный анализ : пер. с англ. / Г. Харман. — Москва : Статистика, 1972. — 486 с.

В теории движения и выполнения производственных функций технологическими машинами различного назначения сложной проблемой остаётся выбор показателей, процессов регистрации и приборного обеспечения при оптимизации. В статье предложены обоснованные показатели оценки взаимодействия трелевочного трактора с опорной поверхностью и процессы регистрации при оптимизации выбора трасс трелевочных волоков на основании использования принципов навигации. Рассмотрены показатели и характеристики системы «трелевочный трактор — пачка древесины — волок», эмпирическим путем базирующихся на использовании современного электроизмерительного комплекса и значительной базе результатов исследовательских испытаний трелевочных гусеничных и колесных тракторов в различных лесозаготовительных предприятиях Российской Федерации.

Ключевые слова: лесозаготовительная отрасль, лесосечные работы, навигация, электроизмерительный комплекс, трасса трелевочного волока, показатель

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

АНАЛИЗ ТЯГОВЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ТРЕЛЕВОЧНЫХ КОЛЕСНЫХ И ГУСЕНИЧНЫХ МАШИН

Научно-технический прогресс — единое взаимообусловленное поступательное движение науки и техники лесозаготовительной отрасли позволил резко увеличить уровень труда и операций. Однако значительного прогресса лесозаготовительного производства, что является элементом технологического процесса, практически не наблюдается [1]. Трассы волоков при разработке схемы транспортного освоения лесосек проводятся интуитивно, либо с использованием типовых схем и рекомендаций 30—40-летней давности.

Цель исследований состоит в обосновании минимального числа показателей и процессов регистрации при оптимизации выбора трасс трелевочных волоков на основании использования принципов навигации.

Организация лесосечных работ на лесозаготовительных предприятиях Российской Федерации отстает от современных методов организации, применяемых в передовых отраслях на основе современных измерительных средств. В учебном пособии по выполнению научных исследований аспирантских диссертаций Анисимов Г. М. доказал, что без научного, и главное, современного приборного обеспечения выбора оптимальных трасс движения машин по лесосеке достигнуть интенсивности их использования невозможно [2].

Работников лесозаготовительных предприятий в основном интересует эксплуатационная эффективность работы трелевочных тракторов, определяемая технологической (транспортной) производительностью и удельной энергоемкостью процесса трелевки, а также удельной нагруженностью элементов конструкции [3]. Чаще всего лесозаготовители ограничиваются оценкой эксплуатационной эффективности работы трелевочного трактора только по двум первым показателям. В исследовательских и доводочных испытаниях макетных, опытных и

серийных образцов колесных лесопромышленных тракторов в различных производственных и полигонных условиях применяется электроизмерительная аппаратура, элементарная база которой и в настоящее время считается современной [3], [4], [5]. Получен патент на мобильный измерительный комплект [**Ошибка! Источник ссылки не найден.**]. Отсутствие методики и приборного обеспечения научно-обоснованного выбора трасс трелевочных волоков отрицательно влияет на эксплуатационную эффективность работы трелевочных тракторов и окружающую среду.

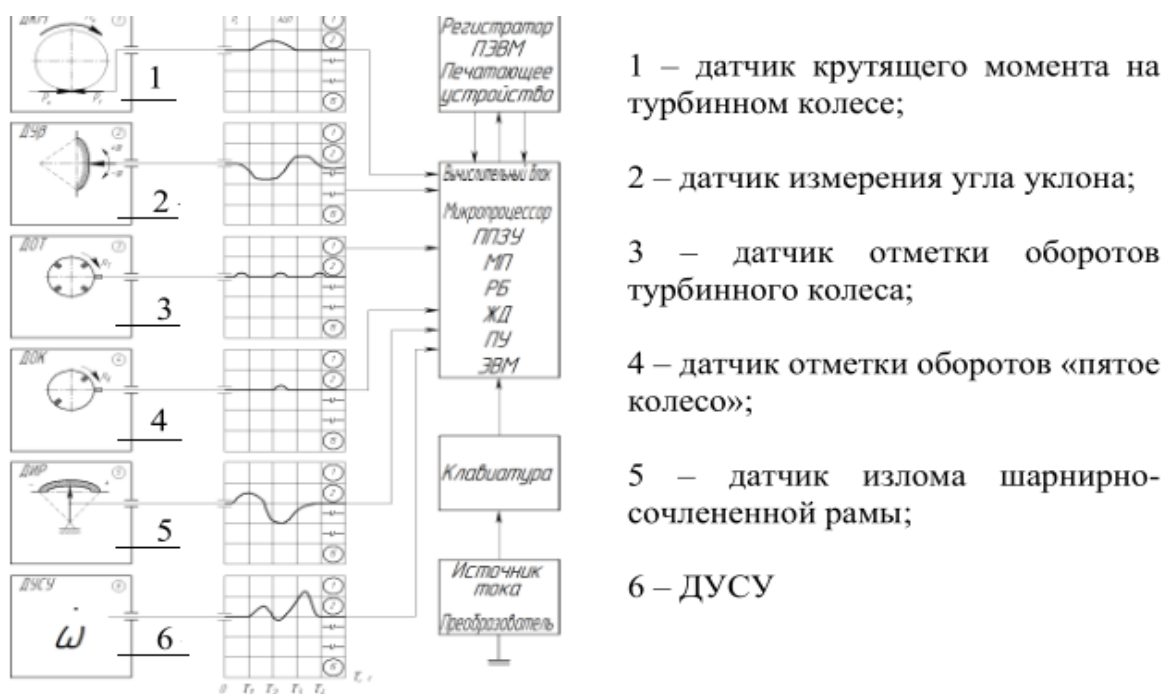
Чтобы определить маршрут движения различных мобильных систем используют навигацию. В энциклопедическом представлении навигация — наука о способах и методах вождения судов, летательных аппаратов и т.д. Задача навигации — нахождение оптимального маршрута (траектории), определение места положения, значения скорости и других параметров движения объекта [6]. Подробные карты лесосек аналогичным навигационным, в которых должны отражаться почвенно-грунтовые, рельефные и другие свойства опорной поверхности, определяющие режимы работы машины помогут достигнуть интенсивности использования лесозаготовительной техники. Структура электроизмерительного комплекса и показатели оценки свойств волокна будут определяться задачами исследования, которые могут значительно отличаться, например: сохранение подраста; снижение отрицательного воздействия техники и персонала на почвогрунт лесосеки; повышение эксплуатационной эффективности работы трактора, влияние климатических условий района и т.д.

Размер современной лесосеки может быть до 100 га (1000×1000 м), а запас древесины может достигать 30000 м^3 . Для трелевки такого объема древесины необходимо выполнить 2000—3000 рейсов. На лесосеке такого размера можно наметить более 100 трасс трелевочных волоков [7]. Каждую смену трактор может работать на нескольких пасечных и магистральных волоках, физико-механические свойства почво-грунта и рельефа которых изменяются. Требуется разработка новой методологии прогнозирования технико-эксплуатационных свойств колесного трелевочного трактора с элементами навигации и определением числа пробных площадей. На каждой пробной площади целесообразно выполнить рейсы трактором, оснащенным мобильным измерительным комплексом с целью получения информации об условиях функционирования трелевочного трактора.

В теории лесосечных машин [3] считают, что распределение генеральной совокупности по сложным производственным условиям подчиняется нормальному закону. Математическое ожидание распределения машин соответствует типичным для лесопромышленного региона условиям эксплуатации, и только небольшая часть этой совокупности эксплуатируется в очень легких или очень тяжелых условиях. Следовательно, опубликованная методика прогнозирования определения времени работы гусеничных машин с механической трансмиссией не пригодна для прогнозирования времени работы на передачах колесного трелевочного трактора с гидромеханической трансмиссией при трелевке древесины. Автором предлагается простая и надежная методика, которая базируется на использовании мобильного измерительного комплекса. В результате приборного измерения крутящего момента, передаваемого трансмиссией или касательной

силы тяги, проводится первичная обработка процесса методом случайных ординат [1] с квантованием во времени. Значения амплитуды процесса, измеряемые через время квантования, заносятся в соответствующий разряд статистического ряда АИП измерительного комплекса. Полученные частоты в разрядах используются для определения выравнивающих частот и статистик плотности распределения соответственно крутящего момента или касательной силы тяги, включая: математическое ожидание, среднеквадратическое отклонение, меры косости и крутости и т. д. Методы получения выравнивающих частот и статистик обобщены и изложены в классической монографии проф. А. К. Митропольского [7].

Решая поставленные задачи в исследовании необходимо измерять, регистрировать и математически обрабатывать результаты исследований с применением теории вероятности для ряда показателей и процессов. Реохордный датчик угла излома шарнирно-сочлененной рамы θ , крутящий момент, подводимый к ведущим колесам M_k , позволят получить: законы распределения касательной силы тяги для оценки динамики процесса, энергоемкости процесса, различных коэффициентов сопротивления движению, тягового коэффициента полезного действия и др. Число оборотов с нарастающим итогом турбинного колеса n_T и «пятого колеса» — n_k позволит определить потери от буксования δ . Для определения сопротивления движению от уклона i , целесообразно использовать авиационную центральную гировертикаль, а для оценки угловой скорости поворота трелевочной системы ω — датчик угловой скорости (ДУСУ). Применение перечня датчиков-преобразователей, размещенных на мобильном измерительном комплексе (рисунок), позволит решить поставленные задачи исследования и исправить допущенные некорректности в теории движения лесосечных машин.



Колесный лесопромышленный трактор, оснащенный измерительным оборудованием

Многие десятилетия в вузовских учебниках [9], [10] тяговый баланс лесосечных и лесотранспортных машин, движущихся равномерно со скоростью до 25 км/ч, записывается так:

$$P_k = P_f \pm P_i + P_{кр} \quad (1)$$

где P_k — касательная сила тяги; P_i — сила сопротивления подъему; $P_{кр}$ — крюковая сила тяги; P_f — сила сопротивления качению.

$$P_f = f \cdot G \quad (2)$$

где f — коэффициент сопротивления качению; G — вес машины, включая приходящуюся на нее полезную нагрузку.

Модели (1) и (2), принятые из теории автомобилей общего назначения, в которых доминирует прямолинейное движение, и с нашей точки зрения некорректны для трелевочных машин. При трелевке пачки древесины трелевочный трактор может до 70 % времени движения находиться в режиме поворота с разными радиусами кривизны [2], при этом на его движение оказывает воздействие и сопротивление от поворота. Это сопротивление может значительно превосходить P_f , но в формулах тягового баланса не учитывается, это серьезная ошибка в теории движения трелевочных тракторов и систем. Для решения поставленных задач исследований целесообразно ввести коэффициент сопротивления движению f_d :

$$f_d = f + f_n + f_c \quad (3)$$

где f_n — коэффициент сопротивления повороту; f_c — коэффициент сопротивления скольжению древесины по почво-грунту лесосеки.

Значение коэффициента сопротивления f_n и силы сопротивления от поворота измеряемы, регистрируемы и математически обрабатываемы аппаратурой мобильного измерительного комплекса. Тогда коэффициент сопротивления дороги (волока) ψ можно записать:

$$\psi = f_d \pm i \quad (4)$$

где i — подъем, %.

Выделение поворота в движении трелевочного трактора с определением показателей поворота, включая коэффициент f_n , угловую скорость ω , кривизну траектории движения, времени прохождения поворота, позволит оценивать влияние трассы волока на кинематику и динамику движения трелевочной системы. Введение этих показателей значительно расширяет теорию движения трелевочного трактора и решает задачу навигации — нахождение оптимального маршрута (траектории), определение места положения, значения скорости и других параметров движения объекта.

Обоснованные показатели оценки взаимодействия трелевочного трактора с опорной поверхностью и методы их приборного определения на основании использования принципов навигации позволят выбирать из большей их совокупности рациональные трассы волока трелевки древесины, что позволит получить максимальную эксплуатационную эффективность работы трелевочного трактора.

Библиографический список

1. Анисимов, Г. М. Основы научных исследований / Г. М. Анисимов, А. М. Кочнев. — Санкт-Петербург : Лань, 2016. — 528 с.

2. Анисимов, Г. М. Кафедре лесных гусеничных и колесных машин семьдесят лет: Методическое пособие по выполнению научных исследований магистерских и кандидатских диссертаций / Г. М. Анисимов. — Санкт-Петербург : Изд-во СПб ГЛТУ, 2011. — 204 с.
3. Анисимов, Г. М. Эксплуатационная эффективность трелевочных тракторов / Г. М. Анисимов. — Москва : Лесн. пром-ть, 1990. — 208 с.
4. Кочнев, А. М. Рабочие режимы отечественных колесных трелевочных тракторов / А. М. Кочнев. — Санкт-Петербург : Изд. СПб ГЛТУ, 2008. — 520 с.
5. Кочнев, А. М. Конструктивные особенности и рабочие режимы машин для сортиментной заготовки леса / А. М. Кочнев, А. Н. Юшков, Е. Н. Сивков. — Санкт-Петербург : Изд-во СПбГПУ, 2013. — 456 с.
6. Советский энциклопедический словарь. — Москва : Советская энциклопедия, 1988. — 1600 с.
7. Об утверждении Правил заготовки древесины и особенностей заготовки древесины в лесах, лесопарках, указанных в статье 23 Лесного кодекса Российской Федерации : приказ Минприроды России от 13.09.2016 № 474 : ред. от 11.01.2017 // СПС «КонсультантПлюс».
8. Митропольский, А. К. Техника статистических исчислений / А. К. Митропольский. — Москва : Наука, 1971. — 576 с.
9. Лесные машины : учебник / под ред. д.т.н., проф. Г. М. Анисимова. — Москва : Лесн. пром-ть, 1989. — 512 с.
10. Анисимов, Г. М. Лесотранспортные машины / Г. М. Анисимов, А. М. Кочнев. — Санкт-Петербург : Лань, 2009. — 448 с.

В статье рассмотрены и выявлены закономерности влияния основных приемов послеуборочной доработки картофеля (использование препаратов защитного и ингибиторного действия, прогревание и сушка клубней, применение жесткого ультрафиолетового излучения) на параметры сохранности клубней в зимний период. Разработана общая гидравлическая схема подачи жидкого ингибитора, выбран центробежный поверхностный насос. По итогам исследований, а также разработки узлов устройства собран экспериментальный образец.

Ключевые слова: картофель, устройство, послеуборочная доработка, ингибитор, прогревание, УФ-излучение

А. Г. Тулинов,
кандидат сельскохозяйственных наук
(Сыктывкарский лесной институт,
Институт агробиотехнологий ФИЦ Коми НЦ УрО РАН)

УСТРОЙСТВО ДЛЯ КОМПЛЕКСНОЙ ПОСЛЕУБОРОЧНОЙ ДОРАБОТКИ КАРТОФЕЛЯ

Подготовка картофеля к хранению — наиболее актуальный вопрос, который встает осенью, после того как урожай собран. В условиях Республики Коми и Крайнего Севера этот вопрос стоит наиболее остро, поскольку период хранения может составлять до 270 дн., в то время как обычно картофель хранят не более 200 [1].

Для того чтобы максимально сохранить собранный урожай необходимо соблюдать три условия:

- 1) тщательно подготовленное к хранению хранилище;
- 2) соблюдение микроклимата в хранилище в период хранения;
- 3) доработка картофеля к будущему хранению в лечебный период.

Первое обеспечивается просушиванием, проветриванием и чисткой хранилища в летний период с последующей побелкой стен и полов.

Второе — плавным снижением температуры на 0,5—1,0 °С после лечебного периода, до необходимых параметров (3—4 °С для семенного, 5—6 °С для продовольственного) с поддержанием влажности 95—98 %. Подготовка картофеля в лечебный период является наиболее трудозатратой и сложной операцией, требующей большого количества ручного труда.

Третье — интенсификация данного процесса, и является основным направлением рассматриваемой работы.

В научно-исследовательской работе было рассмотрено три основных воздействия, направленных на повышение сохранности картофеля и защиты от болезней:

- использование препаратов защитного действия Агат-25К (ризоктониоз, сухая гниль, фитофтороз и парша); Тектон 450 (фузариоз, фомоз, ооспороз, парша); Максим (фузариоз, альтернариоз, мокрая гниль, парша, черная ножка),
- прогревание и сушка клубней,
- применение жесткого ультрафиолетового излучения.

Изучение процесса обеззараживания картофеля проводилось по соответствующим методикам [2, 3].

Результаты исследования (табл. 1) показали, что применение различных химических препаратов и ультрафиолета снижает общие потери картофеля на 4—6 % по отношению к контролю.

Таблица 1. Результаты исследования по влиянию различных вариантов обработки клубней картофеля на его сохранность

№ п/п	Вариант опыта	Общие потери, %	В том числе, %			Выход стандартного картофеля, %
			отход	ростки	естественная убыль	
1	Контроль	18,4	7,3	1,2	9,9	81,6
2	Контроль + прогревание	17,3	6,9	1,2	9,2	82,7
3	Агат-25К	13,8	4,0	1,2	8,6	86,2
4	Агат-25К + прогревание	13,5	3,8	1,2	8,5	86,5
5	Тектон 450	9,5	3,1	0,9	5,5	90,5
6	Тектон 450 + прогревание	9,1	2,8	0,9	5,4	90,8
7	Максим	8,6	1,8	1,0	5,8	91,4
8	Максим + прогревание	8,3	1,6	1,0	5,7	91,7
9	УФ излучение (15 с)	8,5	1,7	1,0	5,8	91,8
10	УФ излучение (15 с) + прогревание	8,3	1,6	1,0	5,8	92,0
11	УФ излучение (30 с)	8,5	1,7	1,0	5,8	91,8
12	УФ излучение (30 с) + прогревание	8,3	1,6	1,0	5,8	92,0
13	УФ излучение (60 с)	8,1	1,5	1,0	5,6	92,2
14	УФ излучение (60 с) + прогревание	8,0	1,4	1,0	5,6	92,3

Для семенного материала, а также клубней, отложенных на последние месяцы хранения (май-июнь), важна сохранность не только от патогенов, но и защита от преждевременного прорастания. Если до апреля месяца появление ростков еще сдерживается температурой внутри хранилища, то после требуется дополнительное воздействие, дабы препятствовать процессам пробуждения внутри клубней.

Для этого использовали две основные технологии (табл. 2):

- обработка клубней жидким ингибитором роста (Спраут-стоп),
- выдержка клубней на свету для образования дополнительного солонина.

Эксперимент проводили согласно методическим рекомендациям [3—5].

Исследование процесса по замедлению пробуждения клубней картофеля показало высокую эффективность действия препарата Спраут-стоп. В целом применение полной дозы препарата сохраняло клубень в хорошем состоянии без потери тургора.

Воздействие ультрафиолетового излучения на пробуждение клубней картофеля показало свою эффективность на фоне контроля, но оно было меньше, чем у препарата Спраут-стоп.

В ходе исследования не выявлено положительного влияния от сочетания препарата и ультрафиолетовой обработки. Поскольку ультрафиолетовая обра-

ботка также применяется в качестве обеззараживающего приема, то опрыскивание клубней картофеля препаратом Спраут-стоп перед закладкой на хранение можно считать необходимым технологическим приемом.

Таблица 2. Влияние препарата Спраут-стоп и ультрафиолетового облучения на замедление пробуждения клубней картофеля

№ п/п	Вариант	Длина ростков, мм	Оценка состояния клубня
1	Контроль	50	Сильно дряблые
Спраут-стоп, кг/т			
2	0,5	5	Средне дряблые
3	0,75	2	Слегка потерян тургор
4	1,0	< 1	С хорошим тургором
Ультрафиолетовое облучение, с			
5	15	4	Средне дряблый
6	30	4	Средне дряблый
7	60	< 1	Слегка потерян тургор

На основе изучения процесса обеззараживания и замедления пробуждения клубней картофеля установлена необходимость применения прогревания и ультрафиолетового облучения.

В качестве источника тепла использовали две инфракрасные кварцевые лампы со следующими характеристиками: мощность 250 Вт, напряжение 220 В, длина 14 см, диаметр 12 см, срок службы 10000 ч.

В качестве источника ультрафиолетового излучения использовали две ртутные бактерицидные лампы марки UV-9W со следующими характеристиками: мощность 9 Вт, напряжение 60 В, длина 160 мм, ширина 26 мм, цоколь G23, срок службы 8000 ч.

Данные лампы подключались через универсальный электронный балласт PW12-425-18 со следующими характеристиками: напряжение 190—260 В, частота 50/60 Гц, размеры 80×50×22 мм, схема подключения параллельная.

Для обработки картофеля в камере опытного образца была разработана гидравлическая схема, представленная на рис. 1.

В камеру от бака с рабочим раствором на высоту 1,5 м с помощью центробежного насоса производительностью до 0,9 м³/ч через форсунку с полным конусом и углом распыления 90° при высоте подвеса над лентой транспортера 0,5 метра происходит обработка. Расход рабочей жидкости — 55 л/ч.

Технические характеристики выбранного центробежного поверхностного насоса: тип насоса поверхностный нормально всасывающий, напряжение питания 220 В, мощность 0,75 кВт, максимальный напор 30 м, максимальная производительность 5,4 м³/ч, максимальное рабочее давление 8 атм, максимальная высота всасывания 6 м, диапазон температур окружающей среды +1...+40 °С, диапазон температур перекачиваемой жидкости +1...+90 °С, максимальный размер частиц 1 мм, допустимое содержание механических примесей меньше 50 г/м³, объём 0,02 м³.

По итогам исследований, а также разработки узлов собран экспериментальный образец, представленный на рис. 2.

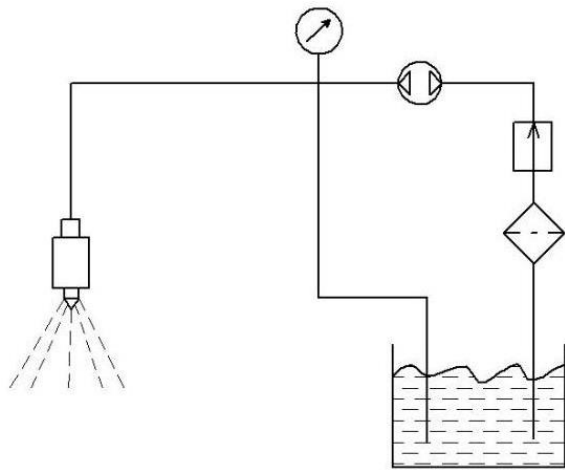


Рис. 1. Общая гидравлическая схема подачи жидкого ингибитора на картофель



Рис. 2. Экспериментальная камера для обработки картофеля

В результате проведенных исследований проверено влияние различных препаратов и технических приемов на обеззараживание клубней картофеля, повышение его сохранности и ингибирования процессов роста. Для замедления пробуждения клубней картофеля выбран препарат Спраут-стоп, действие которого позволяет продлить срок хранения до 250 дн. с сохранением высокого качества клубней картофеля. Предложено устройство для комплексной послеуборочной доработки картофеля.

Библиографический список

1. Система ведения сельского хозяйства Коми АССР. Т. I. Система интенсивного ведения земледелия / под ред. Г. И. Гагиева [и др.]. — Сыктывкар : Коми кн. изд-во, 1983. — 148 с.
3. Проведение исследований по хранению картофеля : методические указания / под ред. П. Ф. Сокола. — Москва : Всесоюз. академия сельскохозяйств. наук им. В. И. Ленина, 1988. — 20 с.
4. Методические указания по технологии хранения картофеля различного назначения / под ред. [К. А. Пшеченкова и др.]. — Москва : ВНИИ картофельного хозяйства, 2002. — 20 с.
5. Коршунов, А. В. Многофакторные опыты по картофелю (планирование, проведение, анализ) / А. В. Коршунов. — Москва : ВНИИКХ, 2002. — 100 с.
6. Доспехов, Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований) / Б. А. Доспехов. — Москва : Колос, 1979. — 416 с.

В современных условиях рыночных отношений в электроэнергетике необходим механизм регулирующий куплю-продажу мощности, который не должен приводить к ухудшению надежности ЭЭС. Основной составляющей такого механизма стал конкурентный отбор мощности. В его рамках в обязательном порядке отбираются АЭС, ГЭС, новые энергоблоки, а также ТЭЦ, которые необходимы для теплоснабжения потребителей. В статье рассматривается процесс формирования цены на мощность, ее связь со спросом, показываются основные особенности, влияющие на ее конечные показатели.

Ключевые слова: конкурентный отбор мощности, цена мощности, тариф, резерв, рынок

М. Ю. Чукарев,
кандидат технических наук
(ИСЭ и ЭПС ФИЦ Коми НЦ УрО РАН)

СТОИМОСТЬ МОЩНОСТИ В ЕЭС РОССИИ

Введение. В начале 2000-х годов в результате реформы электроэнергетической отрасли создан российский рынок электроэнергии мощности. На сегодняшний день модель претерпела ряд изменений, но основные принципы заложенные тогда работают и сейчас. Однако в работе любой сложной системы всегда будут спорные вопросы и модель формирования цены за мощность не является исключением.

На момент создания рынка главной проблемой было обеспечить качественной генерирующей мощностью быстро растущее потребление. Делать это необходимо заблаговременно, т. к. ввод генерирующих объектов в строй требует времени, в течение которого имеющийся фонд неизбежно старел. Для решения этой проблемы необходимо было создание конкурентной среды в энергетике, разделение РАО «ЕЭС России» по видам деятельности, привлечение инвестиций и приватизация активов в потенциально конкурентных видах деятельности [1, 2].

Одновременно с разделением РАО «ЕЭС России» была организована оптовая торговля электрической энергией на Федеральном (общероссийском) оптовом рынке электроэнергии и мощности (ФОРЭМ). ФОРЭМ представлял собой систему договорных отношений множества его участников (субъектов). Для конечного потребителя розничного рынка, если он не является населением или приравненной к нему категорией потребителей, стоимость потребленной электроэнергии складывается из нескольких составляющих:

1) стоимости непосредственно электроэнергии, приобретенной сбытовой компанией на оптовом рынке;

2) стоимости мощности, которая формируется из мощности КОМ (конкурентный отбор мощности), мощности объектов КОММод (конкурентный отбор модернизированных мощностей), ДПМ (договор о предоставлении мощности), ВИЭ (возобновляемые источники энергии), МСЗ (мусоросжигательный завод), мощности гидроэлектростанций и атомных электростанций, стоимость мощности новой генерации в Крыму, на Дальнем Востоке;

3) стоимости услуг по передаче электроэнергии и потери электроэнергии в сетях;

4) сбытовых надбавок.

Первые три показателя формируют цену на 95—98 % и последняя на 2—5 %. Рассмотрим поочередно первые три составляющие.

1. Цена электроэнергии. На цену электроэнергии максимальное влияние оказывает стоимость энергоресурса. Поэтому конечная цена напрямую зависит от себестоимости производства электроэнергии на самой неэффективной станции в ценовой зоне. В европейской части России ТЭЦ на 80 % работают на газе и около 20 % на угле (остальные виды топлива не имеют высокой значимости поэтому могут быть исключены из анализа), в Сибири и на Дальнем Востоке ситуация обратная, там 80 % ТЭЦ работают на угле и лишь около 20 % на газе. Исходя из этого основной эффект на ценообразование оказывает стоимость энергоресурса. Его рост или падение, так или иначе, будет напрямую влиять на конечную цену электроэнергии. Помимо этого на конечную цену оказывает влияние совершенство оборудования, а потому ввод новой генерации ограничивает рост цены на электроэнергию. Так при росте цены газа за последние пять лет на 43 %, цены на электроэнергию выросли на 19 %. Еще одним важным фактором, влияющим на цену электроэнергии, является баланс спроса и предложения. Так как ценообразование происходит по самой дорогой цене то чем выше спрос, тем дороже будет предложение.

2. Цена мощности. С точки зрения ценообразования, цена мощности, покупаемой на рынке, складывается из трех составляющих [3, 4]:

1) мощности, отобранной на конкурентном отборе мощности (КОМ);

2) мощности, поставляемой как вынужденная генерация;

3) мощности, поставляемой на рынок по договорам о предоставлении мощности (ДПМ).

Тарифы на мощность устанавливаются для генераторов которых признали необходимыми для работы на рынке (системообразующие генераторы вывод которых из эксплуатации невозможен по технологическим причинам). Данный тариф всегда выше цены КОМ. При этом не вся генерация может получить тариф, а лишь та, которая будет одобрена Минэнерго и Системным Оператором (СО). Чем больше будет введено генерации, тем больше ее не пройдет КОМ.

На рис. 1 представлена картина изменения вынужденной генерации на протяжении 10 лет. Общая тенденция сводится к сокращению объемов мощности отобранных по тарифам для генераторов работающих в вынужденном режиме. Это обусловлено зачастую кратным превышением этого тарифа над ценой КОМ. Влияние этой составляющей на результирующую цену КОМ постепенно снижается (рис. 2).

Во время реформы РАО ЕЭС была сформирована модель, по которой вся генерация продавалась с обязательствами по вводу новых станций или блоков, данные договора получили название “договора о предоставлении мощности” (ДПМ). Суть ДПМ заключается в том, что государство гарантирует оплату и рентабельность по этим проектам на определенном уровне что было зафиксировано в документах, которые были подписаны между покупателями и продавцами на рынке. Так же как и с вынужденной генерацией, цена ДПМ существенно выше

цены КОМ и оплата этой категории возлагается на потребителей ценовой зоны в которой отобрана мощность по ДПМ. Ниже приведен график отобранной мощности по ДПМ с 2016 по 2025 годы (рис. 3).

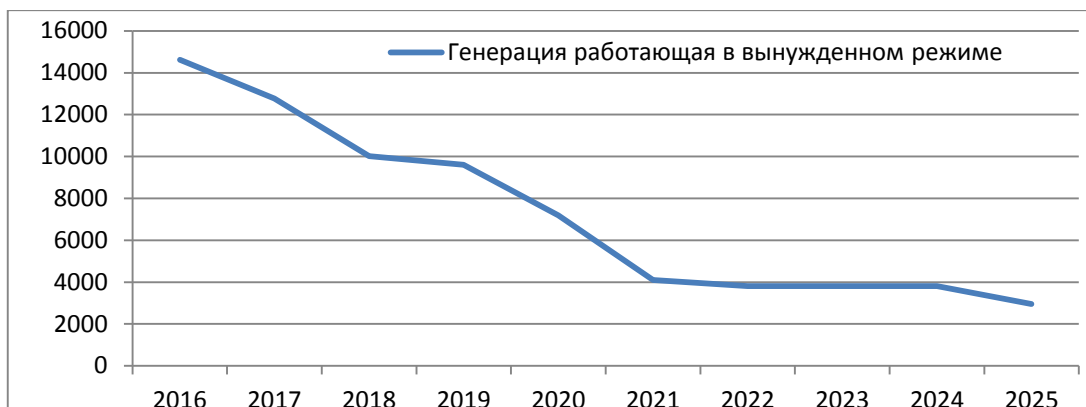


Рис. 1. Мощность, отобранная как вынужденная

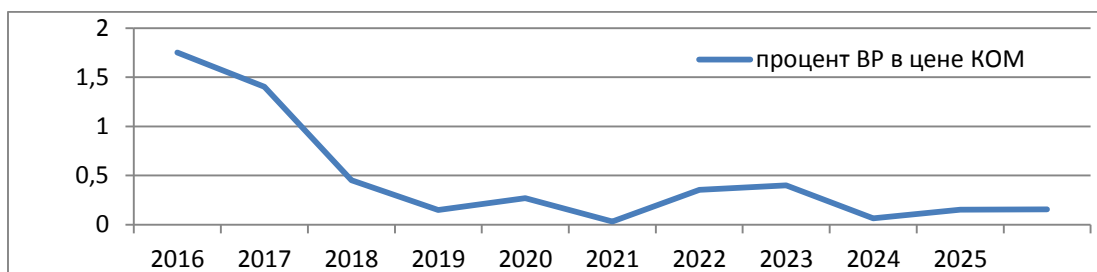


Рис. 2. Составляющая цены КОМ от генераторов, работающих в вынужденном режиме

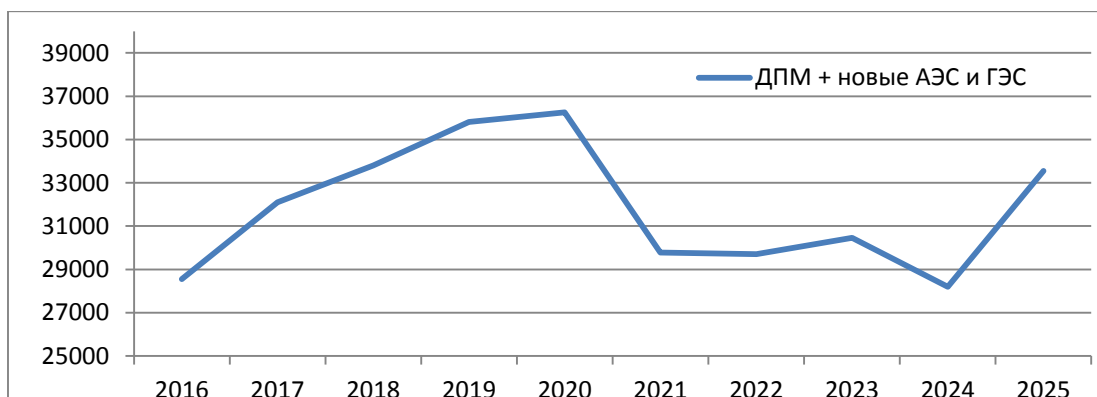


Рис. 3. Мощность, отобранная по ДПМ с 2016 по 2025 г.

Конкурентный отбор мощности по сути самая рыночная процедура из трех. В 2015 г. была представлена новая модель КОМ, предполагающая долгосрочный отбор по ценовым зонам с применением «эластичной кривой спроса». О планах запуска долгосрочного КОМ речь шла с момента организации рынка мощности в 2010 г. Трехлетние гарантии оплаты мощности, по изначальному замыслу, должны были повысить привлекательность данного сегмента рынка в качестве механизма привлечения инвестиций. Теоретически КОМ должен использоваться в дальнейшем вместо ДПМ, который неоправданно дорого обходится потребителям. Эффективные ценовые сигналы для генерирующих компаний по выводу

оборудования из эксплуатации должна создать эластичная кривая спроса — этот инструмент должен решить проблему избытка мощности в ЕЭС России. Эластичная кривая спроса предполагает, что если предложение мощности превышает заданный предел, то итоговая цена КОМ оказывается ниже ценового потолка (ст. 32, п. 1 [5]). Эта модель КОМ предполагает отбор мощности по двум ценовым зонам, а не по 21 «зоне свободного перетока» (далее ЗСП).

Рассмотрим как работает модель КОМ и оценим какие изменения проведены в 2015 году. Для понимания модели КОМ будем использовать одноузловую изолированную электроэнергетическую систему (ЭЭС), в которой отсутствуют потери и ограничения на объемы передаваемой мощности. В ЭЭС имеется множество поставщиков мощности (электростанций). Поставщики мощности характеризуются следующими показателями:

P_i — располагаемая мощность электростанции i ;

C_i — условно-постоянные издержки электростанции i (либо условно-постоянные издержки за вычетом прибыли, ожидаемой на рынке электроэнергии).

Для спроса на мощность P_c , изменяющегося в пределах от 0 до суммарной установленной мощности всех электростанций в ЭЭС, рассмотрим суммарные условно-постоянные издержки поставщиков, отобранных на рынке мощности в некой системе. Предположим, ЭЭС содержит 15 электростанций с установленными мощностями и условно-постоянными затратами, заданными случайным образом.

Модель КОМ до 2015 г. Задан прогнозируемый спрос на мощность P_c , не зависящий от цены мощности. Поставщики мощности формируют заявки на КОМ. Заявка состоит из мощности поставщика P_i и цены этой мощности c_i . Предположим, что цена связана с величиной издержек поставщика на поддержание мощности выражением

$$c_i = C_i / P_i . \quad (1)$$

В ходе КОМ поданные заявки сортируются в порядке возрастания цены c_i и определяются электростанции путем их последовательного отбора в порядке возрастания цены c_i . Отбор проводится до тех пор, пока суммарная располагаемая мощность отобранных электростанций не станет равной величине спроса или не превысит его:

$$\max(c_i) \rightarrow \min \quad (2)$$

при ограничении

$$\sum P_i \geq P_c \quad (3)$$

Цена самой дорогой отобранной единицы мощности становится ценой мощности в ценовой зоне:

$$c = \max(c_i) \quad (4)$$

Этот вариант применялся для конкурентного отбора мощности в РФ до 2015 г. и проводился по зонам свободного перетока ежегодно сроком на 1 год.

Модель КОМ после 2015 г. Работающая на настоящий момент модель КОМ отличается от предыдущей тем, что спрос зависит от цены $P_c(c)$. При этом «кривая спроса» задается как прямая, начинающаяся в точке 1 и проходящая через точку 2. Точки 1 и 2 задаются так: объем спроса на мощность в точке 1 соответствует прогнозируемому объему спроса, объем в точке 2 — прогнозируемому объему, увеличенному на 12 %:

$$P_1 = P_c, P_2 = 1,12 * P_c. \quad (5)$$

Цена в обеих точках c_1, c_2 устанавливается Правительством РФ.

Объем отобранной мощности и ее цена определяются по пересечению функции предложения, полученной путем упорядочения заявок по возрастанию цены, с «кривой спроса» (рис. 4). Этот вариант применяется для ценовых зон сроком на шесть лет вперед с ежегодной индексацией цен для поставщиков, отобранных по результатам КОМ.

Попробуем посмотреть эти изменения на примере. Предположим, что в ЭЭС имеется пятнадцать электростанций-поставщиков мощности (таблица 1). Условно-постоянные издержки поставщиков случайные числа в денежных единицах (ед.).

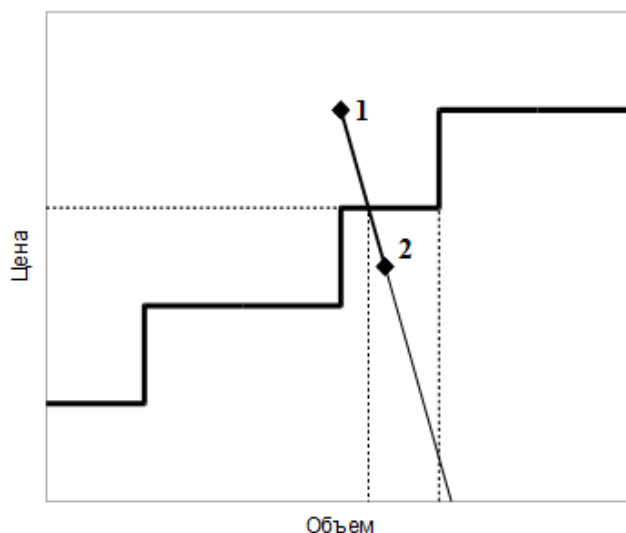


Рис. 4. Графическое представление конкурентного отбора мощности со спросом, зависящим от цены

Таблица 1. Характеристики электростанций

Номер	Располагаемая мощность, МВт	Условные пост издержки, ед.	Удельные условные пост издержки, ед./МВт
1	1100	3300	3
2	350	1400	4
3	500	5500	11
4	425	15725	37
5	465	22320	48
6	275	18975	69
7	1200	85200	71
8	300	25500	85
9	405	47385	117
10	500	60500	121
11	160	19520	122
12	1200	146400	122
13	240	31200	130
14	35	4725	135
15	750	111750	149
СУММА	7905	599400	

Результаты решения задачи конкурентного отбора мощности по рассмотренным моделям приведены на рис. 5.

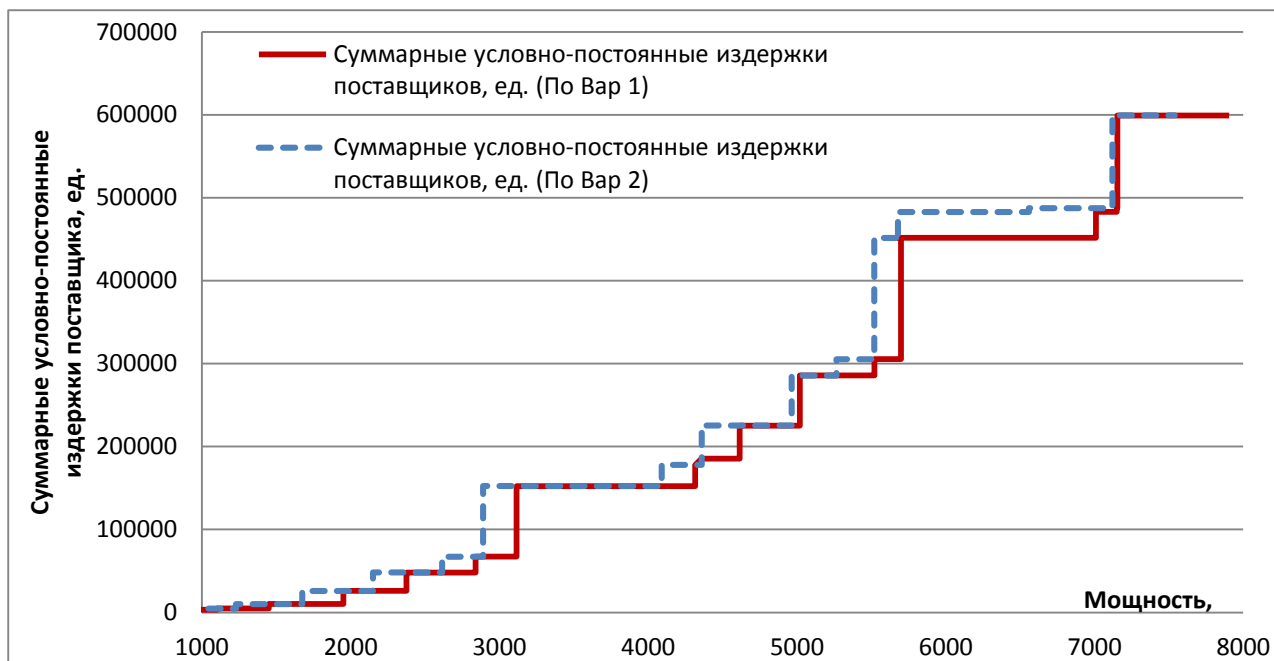


Рис. 5. Суммарные условно-постоянные издержки поставщиков электрической мощности, отобранных в результате КОМ:
 а — для линейной модели со спросом, не зависящим от цены (КОМ до 2015 г.);
 б — для линейной модели со спросом, зависящим от цены (КОМ с 2015 г.)

Видно, что использование модели с эластичным спросом несколько изменяет отбор поставщиков, но делает это в довольно узком диапазоне мощности (фактически был организован ценовой коридор). То есть изменение модели КОМ не дает экономии затрат на поддержание мощности, а в первую очередь направлена на большую вариативность в предоставлении мощности (продать большую мощность, но по меньшей цене или меньший объем мощности по большей цене). Например, для значения прогнозируемого спроса 5200 МВт обе модели отбирают всех поставщиков до 10-го, обеспечивая суммарные издержки на поддержание мощности в размере 285805 ед. Для значения прогнозируемого спроса 5500 МВт результаты расходятся. Вариант 1 дает издержки в размере 285805 ед. (отобраны первые 10 поставщиков). Вариант 2 дает издержки в размере 305325 ед. (отобраны все поставщики, кроме 12—15). Номера отобранных в этих двух случаях поставщиков и их суммарные затраты приведены в табл. 2.

Таблица 2. Отобранные поставщики и суммарные издержки на мощность для разных вариантов модели рынка мощности

Прогнозируемый спрос, МВт	Модель КОМ до 2015 г.		Модель КОМ после 2015 г.	
	поставщики	затраты, ед.	поставщики	затраты, ед.
5200	1—10	285805	1—10	285805
5500	1—10	285805	1—11	305325

При этом надо понимать, что внесенные изменения были направлены в первую очередь на увеличение заинтересованности в инвестициях на строительство новой генерации путем ухода от договоров о предоставлении мощности (ДПМ) в пользу цен, полученных посредством КОМ. Проведение же КОМ на перспективу шести лет накладывает необходимость в прогнозировании спроса на этот же период. Рассмотрим влияние изменения спроса на цену отобранную в результате КОМ (табл. 3).

Таблица 3. Составляющие цены КОМ

Составляющая, %\Год	21	22	23	24	25
ДПМ	13,10352	12,63054	0,770387	2,66743	3,190224
ВР	0,524141	0,421018	0,042799	0,160046	0,151915
Спрос	3,843699	7,999345	0,613456	2,507384	4,253631
Тариф	117,4714	121,0509	101,4266	105,3349	107,5958
Влияние несовершенства приказа № 431 в части учета температурного фактора	0,307496	0,639948	0,049077	0,200591	0,340291
Влияние заблаговременности прогноза нагрузки	0,039206	0,083193	0,006503	0,02708	0,04679
Влияние обоих факторов	0,346702	0,723141	0,055579	0,22767	0,38708
Приведено к 1 % роста тарифа	0,019844	0,034352	0,038958	0,042676	0,05096

Хорошо видно, что спрос на прямую влияет на формируемую цену, а увеличение периода прогнозирования ведет к возрастанию ошибки планирования максимума нагрузки. Процедура определения спроса проводится в соответствии с Приказом № 431 по которому она формируется из величины совмещенного максимума нагрузки и планового коэффициента резервирования. Анализ, приведенный в [7], что величина совмещенного максимума нагрузки растет с увеличением периода упреждения. Причем этот рост никак не связывается с анализом ретроспективной информации об изменении фактических параметров [6]. С учетом данных, приведенных в работе СиПР ЕЭС на 2019—2025 гг., видно, что увеличение периода прогнозирования до шести-семи лет приведет не менее чем к 4-процентному увеличению максимальной нагрузки в обеих ценовых зонах ЕЭС России. К этому следует добавить несоответствие НТД в виде Приказа № 431 и МР 2003 г. в части учета температурного фактора холодного периода года. Этот фактор учитывается в утвержденных Минэнерго России МР 2003 г. Таким образом, увеличение периода упреждения при проведении процедуры КОМ и несоответствие разных НТД приводят, как минимум, к уменьшению спроса на мощность на 8 % (табл. 4, 5).

Таблица 4. Вклад в цену единицы продукции затрат на ЭЭ

Показатель	Металлурги	Угольщики	Агрокомплекс	Нефтепереработка	ЦБП
Процент затрат на единицу продукции цены на ЭЭ	18,5	13,9	4,5	51,8	21,2

Таблица 5. Вклад в себестоимость затрат год к году

Компания\ Вклад в себестоимость затрат год к году (19/20), %	Тариф на ЭЭ	Цена готовой продукции	Маржа	% от маржи
ММК	1,1	-19,6	12,1	9,090909
Распадская	0,9	-13,7	18,3	4,918033
Лукойл	3,7	-33,3	10,2	36,27451

Все эти действия ведут к росту цены КОМ, что казалось бы улучшает инвестиционную привлекательность, но это же ведет к дальнейшему росту резерва, увеличению его доли в общем тарифе и увеличению себестоимости всей производимой продукции.

В то же время такая деятельность подталкивает все больше крупных производств уходить от централизованного электроснабжения в пользу своих источников питания с меньшей ценой и затратами на обслуживание. А это в свою очередь ведет к еще большей нагрузке на остальных потребителей.

3. Тарифы на передачу. Первая составляющая это инвестиционная программа, по которой сетевые компании должны строить линии, подстанции, обновлять текущее оборудование. Во время реформирования энергетики для сетевых компаний были заложены планы по существенному росту спроса и соответственно генерирующих мощностей. Основывалось это на имеющейся статистике за последние к тому моменту 10 лет. Но при этом не учли, что эти показатели во многом достигались за счет «низкой базы». По факту в период с 2010 по декабрь 2019 г. на 7 %. А за первые полгода 2020 г. эта цифра сократилась до 3,2 %. Конечно, свою роль помимо двух экономических кризисов (которые всегда есть и будут повторяться) сыграло и стремление потребителей оптимизировать свое потребление, в том числе за счет новых технологий. Все это наложило дополнительное бремя на потребителей, которые вынуждены оплачивать эти излишние возможности «транспортной» системы. Многие из них предпочли развивать собственную генерацию, что еще больше увеличивает нагрузку на остальных. На основе этого в последнее время многие инвестиционные программы сетевых компаний пересматриваются и корректируются. Данная проблема характерна для стран всего мира, так как техническое перевооружение — это дорогостоящий процесс, но его необходимо проводить в энергетике раз в несколько десятков лет.

Другой немаловажный аспект — это большое количество сетевых компаний. На момент начала реформы их было больше сотни сейчас эта цифра намного ниже и влияние на тариф незначительно.

Последним, но не менее важным моментом является так называемое перекрестное субсидирование — это когда расходы на транспортировку электроэнергии для населения частично перекладывают в счета, выставяемые промышленным предприятиям. Проблема перекрестки довольно существенна для многих регионов РФ, но на данный момент никакого решения по данной проблеме не принято. Была попытка частично начать уменьшение этой составляющей, но на данный момент все остается как есть.

Выводы. Рассмотрев основные составляющие тарифа можно выделить два основных направления, где на наш взгляд следует внести изменения в существующем

ющую модель. Первое, это изменение формы формирования цены по результатам КОМ. На наш взгляд более верным будет проводить КОМ на три года с фиксированием цены, а на последующие три года указывать ориентировочные цены с дальнейшим их уточнением в каждый последующий год. Это снизит ошибку при прогнозировании нагрузки. Второе, что необходимо изменить это несоответствие НТД в виде Приказа № 431 и МР 2003 г. в части учета температурного фактора холодного периода года. Этот фактор учитывается в утвержденных Минэнерго России МР 2003 г. В нынешней форме совместно с увеличением прогнозирования спроса это приводит к 3—5 % увеличению тарифа, а если учесть, что превышение спроса закладывается и при учете тарифов на передачу, то цифра вырастает до 6—9 %. Нельзя обойти стороной и проблему роста платежей по ДПМ, которая согласно нынешнему плану начнет снижаться только к 2027 г. При этом надо понимать, что модернизация или строительство современной генерации не приведет к снижению тарифа в ближайшее время, т.к. не изменится политика завышения спроса, а следовательно цена КОМ будет определяться по самому не эффективному оборудованию.

На взгляд автора, правильным было бы не искусственно завышать спрос и цену КОМ для увеличения инвестиционной привлекательности, а дать генерирующим компаниям рекомендации к проведению политики раскрытия стоимости компании за счет большей открытости, оптимизации производственных процессов (так работает весь развитый мир) и за счет этих денег проводить работы по модернизации и строительству оборудования.

Библиографический список

1. Об электроэнергетике : федер. закон от 26.03.2003 № 35-ФЗ // СПС «Консультант-Плюс».
2. Методические рекомендации по проектированию развития энергосистем : приказ Минэнерго России от 30 июня 2003 г. № 281 // СПС «КонсультантПлюс».
3. Чукреев, Ю. Я. Влияние составляющих расходной части баланса мощности на процедуру конкурентного отбора мощности ЕЭС России / Ю. Я. Чукреев, М. Ю. Чукреев // Методические вопросы исследования надежности больших систем энергетики. Вып. 71. Надежность энергоснабжения потребителей в условиях их цифровизации. В 3-х кн. Кн. 1 / отв. ред. Н. И. Воропай. — Иркутск : ИСЭМ СО РАН, 2020. — С. 169—178.

В статье рассмотрены вопросы обоснования средств обеспечения балансовой надежности (резервов генерирующей мощности) ЭЭС при наличии в балансе мощности СЭС и ВЭС с позиций, как достижения требуемых нормативных показателей балансовой надежности, так и выполнения запланированных объемов выработки электроэнергии на этих типах электростанций. Приводятся результаты обоснования средств резервирования при различных сценариях развития СЭС и ВЭС в ОЭС Юга ЕЭС России как по мощности, так и по производству электроэнергии.

Ключевые слова: ветровые и солнечные электростанции, балансовая надежность, оперативный резерв мощности

Ю. Я. Чукреев,
доктор технических наук,
старший научный сотрудник
(Сыктывкарский лесной институт,
ИСЭ и ЭПС ФИЦ Коми НЦ УрО РАН)

ОБЕСПЕЧЕНИЕ БАЛАНСОВОЙ НАДЕЖНОСТИ ПРИ УПРАВЛЕНИИ РАЗВИТИЕМ ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ СИСТЕМ В УСЛОВИЯХ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО ПЕРЕХОДА

Планирование развития электроэнергетических систем (ЭЭС) в современных условиях энергетического перехода требует учета особенностей работы возобновляемых источников электроэнергии (ВИЭ), в основном ветровых (ВЭС) и солнечных (СЭС) электростанций. Процесс ввода в эксплуатацию этих типов станций идет более высокими темпами в странах с ограниченными традиционными энергоресурсами. В России, развитие экологически чистой генерации коснулось в меньшей степени, что достаточно объяснимо. Тем не менее, в планах развития отрасли по программе ДПМ ВИЭ в балансе мощности объединенной энергосистемы (ОЭС) Юга к 2025 г. предусмотрено наращивание таких мощностей до 3,5 ГВт.

Понятно, что установки ВИЭ кардинально не решают проблемы обеспечения балансовой надежности. Это связано с особенностями их работы. Известно, что генерирующая мощность этих станций зависит от случайных природных факторов. Анализ действующих ВЭС и СЭС показывает, что для периода максимальных нагрузок, оказывающих наибольшее влияние на показатели балансовой надежности (ПБН), их доля в производстве электроэнергии ничтожно мала (менее 10 %). Поэтому, при обосновании оперативного резерва мощности в балансах мощности энергосистем на перспективный период необходимо учитывать особенности работы этих типов электростанций с позиций их энергообеспеченности.

1. Методические подходы задачи обеспечения балансовой надежности. Методические принципы обоснования оперативного резерва мощности, как в России, так и за рубежом остаются неизменными с далеких 60-х годов прошлого столетия [1, 2]. В современных условиях для принятия решений по обоснованию средств резервирования применяется нормативный ПБН для территориальных

зон в виде интегральной вероятности появления дефицита мощности ($J_d^H = 0,004$) [3], утверждаемый Приказом Минэнерго РФ. Принятое значение нормативного ПБН используется на протяжении более 40 лет (с 80-х годов прошлого столетия).

Известно [1, 2], что методика решения задачи оценки ПБН при использовании методов статистического моделирования базируется на решении двух взаимосвязанных этапов:

- формирование уровней нагрузки и случайных состояний генерирующей мощности, вызванных внеплановыми выводами в аварийный ремонт оборудования электростанций;

- оценки сформированных состояний на предмет обеспечения нагрузки территориальных зон.

С точки зрения оценки ПБН интерес представляют только дефицитные по мощности состояния, которых крайне мало. Эти состояния моделируются случайным образом на основе статистической информации о нормах аварийных отключений основного оборудования. В тоже время следует напомнить, что к задачам оценки ПБН ЭЭС относятся помимо тех, где необходим учет ожидаемых незапланированных перерывов в работе из-за аварийных повреждений элементов, еще и те, где необходим учет заданных ограничений на поставки энергоресурсов [4]. В существующих моделях оценки ПБН исключена как таковая возможность учета ограничений на поставки энергоресурсов. И это было вполне обосновано. В моделируемых бездефицитных состояниях, коих более 99 %, мощность генерации можно было как угодно (с соблюдением электрических законов) перераспределять между различными типами электростанций.

2. Трансформация модели обеспечения балансовой надежности для учета производства электроэнергии на СЭС и ВЭС. В разработанной ранее методике [1, 2], как и в методиках, предложенных в [5, 6] определение ПБН проводится последовательно для всех интервалов года (T_i) в течение которых структура генерирующих мощностей и нагрузка остаются неизменными. Для заданных в модели оценки ПБН временных периодов T_i формируются случайные величины производства электроэнергии на ВЭС и СЭС с использованием тех или иных законов распределения. Сумма величин производства электроэнергии по всем выделенным периодам времени должна быть равной заданной планируемой годовой величине, например, приведенной в СиПР ЕЭС. В модели определения ПБН предусматривается выполнение требования достижения примерного равенства для каждого временного периода T_i полученной в результате моделирования величины производства электроэнергии заданному значению.

При решении задачи оценки бездефицитных состояний это требование осуществляется введением в целевую функцию помимо минимизации дефицита мощности еще двух слагаемых:

$$\sum_{j=1}^n [c_j^H (\bar{P}_j^H - P_j^H) + c_j^{др.} (\bar{P}_j^{др.} - P_j^{др.}) + c_j^B (\bar{P}_j^B - P_j^B)] \rightarrow \min, \quad (1)$$

где $P_j^H, \bar{P}_j^H, P_j^{др.}, \bar{P}_j^{др.}, P_j^B, \bar{P}_j^B$ — соответственно покрытая потребность и мощность спроса нагрузки, используемая и имеющаяся генерирующие мощности

других типов станций и ВИЭ j -й территориальной зоны; c_j^H — коэффициенты обеспечения нагрузки, принимаются равными единице; c_j^{DP} , c_j^B — коэффициенты отражающие необходимость загрузки в бездефицитных состояниях других типов станций (P_j^{DP}) и ВИЭ (P_j^B).

В качестве ограничений в этом выражении выступают соблюдение балансов мощностей, а также ограничения на мощности нагрузок и генерирующих мощностей применительно ко всем j -м территориальным зонам [1]. Введение в целевую функцию (1) дополнительных слагаемых вызвано необходимостью перераспределять в бездефицитных состояниях мощности между ВИЭ и другими типами электростанций для достижения запланированной на них производства электроэнергии за счет варьирования коэффициентов целевой функции (c_j^B и c_j^{DP}). С целью исключения влияния введенных слагаемых на величину дефицита мощности в дефицитных состояниях ЭЭС, величины этих коэффициентов принимаются много меньше (в 100 и более раз) коэффициента c_j^H при основном слагаемом оптимизируемого функционала (1).

Временной период T_t , для которого задано значение производства электроэнергии разбивается на множество равных частей. В разработанной модели таких частей может быть до 100. Получение достоверных результатов оценки ПБН требует формирования на каждом временном интервале T_t методами статистического моделирования как минимум 25000 случайных состояний. Тем самым для каждого из 100 разбитых участков разыгрывается 250 состояний. Для каждого выделенного участка (до 100) методами статистического моделирования формируются состояния генерирующей мощности. При этом коэффициенты c_j^B и c_j^{DP} в выражении (1) для участков непостоянны. Их значения зависят от того, каким образом необходимо перераспределить в бездефицитных состояниях генерирующую мощность между всеми типами электростанций и ВИЭ, чтобы на рассматриваемом временном интервале как можно ближе приблизиться, но не превысить заданный на нем объем производства электроэнергии на ВЭС и СЭС.

Для заданных на первом участке коэффициентов целевой функции у генерации ВИЭ (нули) определяется производство электроэнергии на них и сравнивается с той, что должна быть на участке. Если производство электроэнергии ниже запланированной, коэффициенты целевой функции (1) для генерации ВИЭ c_j^B увеличиваются, а для других типов станций c_j^{DP} уменьшаются. Тем самым при разыгрывании следующей группы состояний (по примеру 250 состояний) на 2-м участке происходит увеличение производства электроэнергии на ВЭС и СЭС. При рассмотрении 100-го участка расчетная величина производства электроэнергии приближается к заданной в целом для периода T_t величине.

Выше был рассмотрен наиболее характерный случай, когда моделируемая случайным образом величина производства электроэнергии на ВЭС и СЭС достигает заданного значения, используя все выделенные участки временного периода T_t . Когда случайно заданная величина производства электроэнергии на

ВЭС и СЭС характеризуется малой величиной, эффект несколько иной. Достижение заданного объема производства электроэнергии на ВЭС и СЭС достигается на меньшем числе выделенных участков. Это приводит к исключению мощности ВЭС и СЭС при рассмотрении всех последующих участков. Такое состояние возможно, когда в балансе мощности объединенной ЭЭС наблюдается недостаточность генерирующей мощности электростанций других типов и превалирует мощность ВЭС и СЭС. Это приводит в целом к повышению вероятностных ПБН (J_d) и, конечно, к повышению оперативного резерва мощности.

3. Экспериментальные расчеты. Влияние ВЭС и СЭС на ПБН и на величину оперативного резерва мощности рассматривалось на примере ОЭС Юга. Информация о перспективных балансах мощности и электроэнергии на 2025 г. взята из работы СиПР ЕЭС на 2021—2027 гг. Важными характеристиками ОЭС Юга, с позиций рассматриваемых вопросов оценки балансовой надежности, являются установленные мощности всех типов станций (28687 МВт) и ВЭС с СЭС

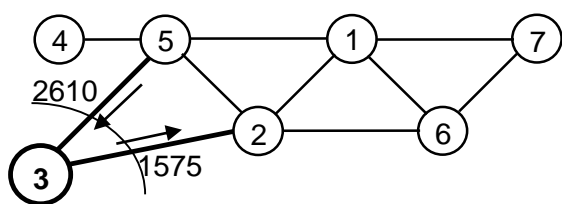


Рис. 1. ОЭС Юга и ЕЭС России:

- 1 — ОЭС Урала; 2 — ОЭС Средней Волги; 3 — ОЭС Юга; 4 — ОЭС Северо-Запада; 5 — ОЭС Центра; 6 — Казахстан; 7 — ОЭС Сибири

(3645 МВт), а также производство электроэнергии на них (112317 и 7700 млн кВт · ч). Число часов использования ВЭС и СЭС составляет 2112 ч. Совмещенный с ЕЭС России максимум нагрузки составляет 16995 МВт. Расчетная схема ЕЭС России (рис. 1) и информационное наполнение задачи оценки ПБН получены при выполнении совместных исследований с АО «СО ЕЭС».

При использовании в модели оценки ПБН годового графика нагрузки с 8760 часовыми изменениями можно методами статистического моделирования разыграть объем производства электроэнергии для каждого часа расчетного периода. Формирование только одного случайного параметра производства электроэнергии на часе не совсем корректно (не репрезентативно). Поэтому предлагается для каждой ступени годового графика нагрузки, как минимум, 4-кратное повторение расчетов при наборе других полученных случайным образом величин.

При использовании в модели оценки ПБН среднего суточного графика изменения нагрузки, как предлагается в нормативных материалах [3] и реализовано в модели ПВК «Орион-М» [1, 2], случайным образом разыгрывается влияние вероятностного характера производства электроэнергии на ВЭС и СЭС для 250 рабочих дней года.

Исследования по обоснованию величины оперативного резерва мощности проведены для изолированной работы ОЭС Юга и при ее работе в составе ЕЭС России (см. рис. 1). Из-за отсутствия информации о распределении производства электроэнергии на ВЭС и СЭС по часам расчетного периода в представленных ниже расчетах сделано допущение о ее равномерном распределении. Это позволило определить объем вырабатываемой электроэнергии на каждом выделенном временном интервале T_t . На данном этапе в качестве законов распределения случайной величины объема производства электроэнергии на временном интервале T_t применялись равномерный и нормальный законы распределения случайных величин.

Рассмотрению подлежали сценарии производства электроэнергии на ВЭС и СЭС ОЭС Юга на 2025 г. планируемой величиной 7700 млн кВт·ч, ее снижением в 2 и 4 и увеличением в 1,5 и 2 раза с соответствующим изменением установленной мощности. В табл. 1 для этих сценариев приведены результаты оптимизации величины оперативного резерва мощности в ОЭС Юга при условии соблюдения вероятностного нормативного ПБН величиной $J_d^H = 0,004$. Для более наглядного представления работы предложенного алгоритма учета работы ВЭС и СЭС, рассматривалась работа ОЭС Юга в изолированном режиме и в составе ЕЭС России. Для рассмотренных 5 сценариев изменения мощности ВЭС и СЭС (столбец 5 в таблице) по соотношению числа часов использования определены плановые величины производства электроэнергии на них (столбец 3). В знаменателе столбца 3 показано процентное соотношение производства электроэнергии на ВЭС и СЭС к планируемым величинам. Обращает на себя внимание примерное равенство расчетных значений производства электроэнергии на ВЭС и СЭС и их запланированными на год величинами (столбцы 3 и 4) для всех рассмотренных сценариев.

Таблица 1. Сопоставление величин оперативного резерва мощности для различных параметров производства электроэнергии на ВЭС и СЭС

№ п/п	Характеристика расчета	Производство электроэнергии ВЭС и СЭС		Мощность ВЭС и СЭС МВт	Используемая в балансе мощность, МВт		Оперативный резерв мощности	
		план	расчет		ВИЭ	другие	МВт	%
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Изолированная работа								
Без ограничений производства электроэнергии на ВЭС и СЭС							1725	10,15
1.	Равномерный закон	<u>1925</u>	1786,8	910	506	18229	1740	10,24
	Нормальный закон	1,72	1801,1		506	18221	1732	10,19
2.	Равномерный закон	<u>3850</u>	3583,0	1820	956	17893	1854	10,91
	Нормальный закон	3,43	3587,8		952	17802	1759	10,35
3.	Равномерный закон	<u>7700</u>	7099,7	3645	1685	17453	2143	12,61
	Нормальный закон	6,86	7252,4		1655	17230	1890	11,12
4.	Равномерный закон	<u>11550</u>	11374,3	5465	2672	17106	2783	16,37
	Нормальный закон	10,28	11304,2		2216	17047	2268	13,34
5.	Равномерный закон	<u>15400</u>	14250,9	7290	3812	17181	3998	23,52
	Нормальный закон	13,71	14356,9		3061	17072	3138	18,46
Работа в энергосистеме								
Без ограничений производства электроэнергии на ВЭС и СЭС							790	4,65
6.	Равномерный закон	<u>1925</u>	1792,8	910	604	16476	795	4,68
	Нормальный закон	1,72	1824,6		644	16301	790	4,65
7.	Равномерный закон	<u>3850</u>	3588,6	1820	866	16239	830	4,88
	Нормальный закон	3,43	3637,8		842	16086	809	4,76
8.	Равномерный закон	<u>7700</u>	7254,8	3645	1682	15498	950	5,59
	Нормальный закон	6,86	7317,5		1668	15407	861	5,07
9.	Равномерный закон	<u>11550</u>	11224,3	5465	2510	14966	1210	7,12
	Нормальный закон	10,28	11388,1		2406	14747	1045	6,15
10.	Равномерный закон	<u>15400</u>	14852,1	7290	3290	14667	1648	9,70
	Нормальный закон	13,71	14966,4		2980	14600	1385	8,15

Задание в модели дополнительного условия перераспределения мощностей между ВИЭ и другими типами станций приводит к тому, что на некоторых выделенных случайным образом временных интервалах ВЭС и СЭС готовы по мощности обеспечить системный дефицит, но не могут этого сделать по ограничениям заданного объема вырабатываемой на них электроэнергии. Это приводит к обнулению их мощности и к повышению расчетного значения ПБН в виде интегральной вероятности появления дефицита мощности J_d на данном временном интервале. Именно этим можно объяснить, что для условий изолированной работы ОЭС Юга используемая в балансе мощность для всех типов станций превышает максимум нагрузки (16995 МВт) по всем сценариям изменения производства электроэнергии на ВЭС и СЭС (столбец 7). При работе ОЭС Юга в составе ЕЭС России этот принцип нарушается. Причина этого достаточно проста — недостающую мощность для покрытия возникающего дефицита мощности покрывается ее избытками в ЕЭС России. Пропускная способность 2610 МВт (рис. 1) позволяет это осуществить.

Заложенные в модель оценки ПБН принципы перераспределения мощности между различными типами электростанций в бездефицитных состояниях (раздел 4) и вероятностного случайного задания производства электроэнергии на ВЭС и СЭС в разные периоды времени (раздел 5), позволили оценить влияние планируемых на них величин на оперативный резерв мощности (столбцы 8 и 9). Наиболее реалистичным с нашей точки зрения для оценки влияния доли производства электроэнергии на ВЭС и СЭС является применение нормального закона распределения. В дальнейшем анализе придерживаемся этой гипотезы.

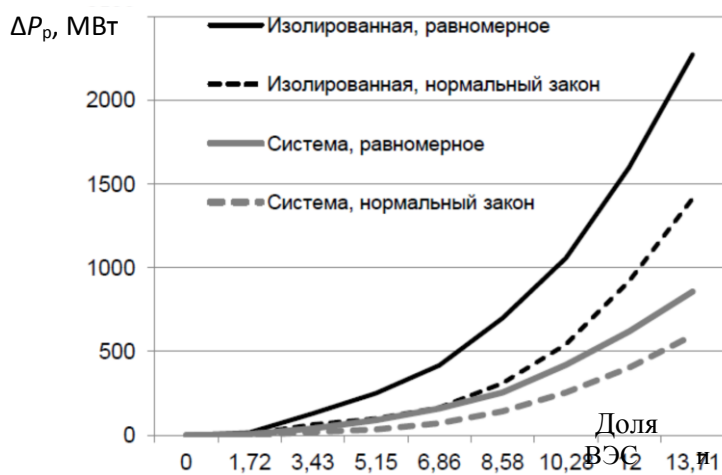


Рис. 2. Изменение величины оперативного резерва мощности от доли (%) производства электроэнергии на ВЭС и СЭС

На рис. 2 приведены характеристики изменения оперативного резерва мощности по отношению к величине, полученной без учета каких-либо ограничений, для различных долей (процентов) производства электроэнергии на ВЭС и СЭС. Видно, что при небольшой доле производства электроэнергии на ВЭС и СЭС (до 3 %), характерного для настоящего состояния электроэнергетики России, увеличение оперативного резерва мощности незначительно (менее 30 МВт / 0,2 %). Учет особенностей работы ВЭС и СЭС в задаче обос-

нования оперативного резерва мощности не требуется.

При планируемой в ОЭС Юга к 2025 г. величине производства электроэнергии 7700 млн кВт·ч (6,86 %) при принятых допущениях расчеты показывают на необходимость увеличения оперативного резерва мощности при работе в составе ЕЭС России на 70 МВт (0,42 %), при изолированной работе — 165 МВт (0,97 %). Это граничный барьер, который требует уже сегодня подготовки более детальной информации о работе ВЭС и СЭС и разработке программного обеспечения,

позволяющего определить необходимые добавки к оперативному резерву мощности на этапе планирования развития ЕЭС России. Значительное влияние (более 500 МВт / 2,9 %) наблюдается при доле производства электроэнергии на ВИЭ, превышающим 10 % барьер. Данные соотношения о влиянии ВЭС и СЭС на надежность энергосистем достаточно хорошо согласуются с результатами, представленными в работе [7] по обзору зарубежных источников, применительно к условиям эксплуатации.

Библиографический список

1. Чукреев, Ю.Я. Модели оценки показателей балансовой надежности при управлении развитием электроэнергетических систем / Ю. Я. Чукреев, М. Ю. Чукреев. — Сыктывкар: Коми НЦ УрО РАН, 2014. — 207 с.
2. Чукреев, Ю. Я. Модели обеспечения надежности электроэнергетических систем / Ю. Я. Чукреев. — Сыктывкар : Коми НЦ УрО РАН, 1995. —176 с.
3. Методические рекомендации по проектированию развития энергосистем : приказ Минэнерго России от 30 июня 2003 г., № 281// СПС «КонсультантПлюс».
4. Руденко, Ю. Н. Надежность систем энергетики / Ю. Н. Руденко, И. А. Ушаков. — Москва : Наука, 1986. — 252 с.
5. Ковалев, Г. Ф. Надежность систем электроэнергетики / Г. Ф. Ковалев, Л. М. Лебедева. Новосибирск : Наука, 2015. — 224 с.
2. Ильенко, А. В. Ограничение выработки СЭС и ВЭС является нормальной практикой / А. В. Ильенко // Энергетика в России и мире. —URL: <https://peretok.ru/opinion/24103/>.

Одним из возможных путей развития рабочих органов инерционных сепарирующих машин может быть предложено использование гибких разделяющих поверхностей, имеющих участок обратной кривизны. В статье рассматривается расчетная схема определения геометрической вероятности попадания частиц в инерционном сепараторе. Для определения вероятности применяется задача Бюффона.

Ключевые слова: инерциальный сепаратор, задача Бюффона, уравнение сепарации

В. Ю. Чурюмов,

кандидат технических наук, доцент;

П. В. Соловьев,

кандидат технических наук

(Сыктывкарский лесной институт)

УРАВНЕНИЕ СЕПАРАЦИИ В ИНЕРЦИОННОМ СЕПАРАТОРЕ С УЧЕТОМ ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ ВЕРОЯТНОСТЕЙ

Одним из возможных путей развития рабочих органов инерционных сепарирующих машин может быть предложено использование гибких разделяющих поверхностей, имеющих участок обратной кривизны. Такое решение впервые было предложено М. В. Кузьминым [1].

Сепарируемый материал (рис. 1) подается на внутреннюю поверхность вращающегося цилиндра по стрелке А (зона загрузки) и увлекается поверхностью в зону сепарации. В зоне сепарации происходит выделение проходowych частиц материала через отверстия поверхности. В зоне отделения непроходowych и застрявшие в отверстиях частицы отделяются от поверхности (стрелка Б) за счет сил инерции (mV^2/ρ) и тяжести (mg), где ρ — радиус обратной кривизны участка; m — масса частицы. В этой зоне силы инерции, действующие на частицу, изменяют свое направление за счет обратной кривизны поверхности, тем самым обеспечивая саморазгрузку поверхности и очистку отверстий от застрявших частиц. Такие поверхности работоспособны при показателе кинематического режима $K = V^2/(\rho \cdot g) > 1$, т. е. в режимах, при которых достигается эффективная работа инерционного сепаратора [2].

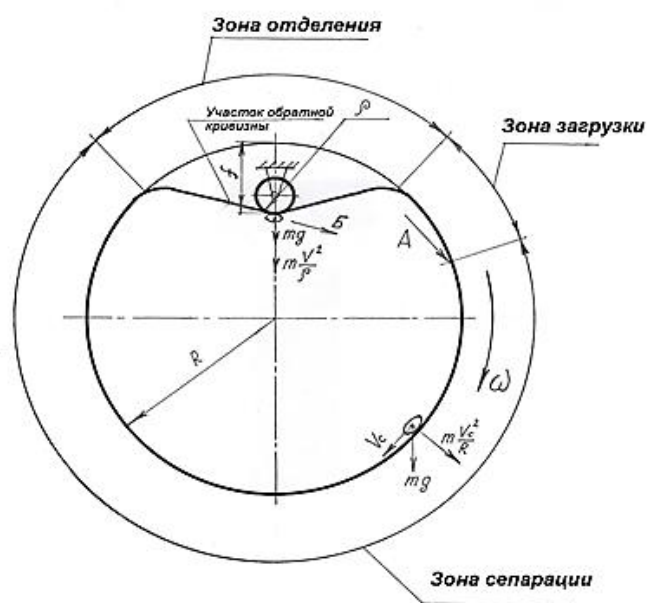


Рис. 1. Принципиальная схема работы инерционного сепаратора

Непрерывный поток сепарируемого материала движущегося по разделяющей поверхности инерционного сепаратора должен быть разделен по ее размерам отверстий на проходимые и непроходимые фракции. Для этого необходимо относительное движение частиц материала по поверхности и вероятности их попадания в границы отверстий. В чистом виде, процесс сепарации можно описать так, что существует бесконечное множество исходов и событий попадания частиц в границы отверстий и их возможное прохождение через эти отверстия, поэтому задача сводится к нахождению их вероятностей. Для процесса сепарации задача состоит, в определении вероятностей и приводит к геометрической интерпретации понятия вероятности [3].

Пусть разделяющая поверхность имеет отверстия диаметром d , расположенный на плоскости в углах квадрата со стороной a (рис. 2). Найдем, какова вероятность попадания шарика в границы отверстия при его движении по поверхности. Если всю поверхность разбить на квадраты со стороной a .

В углах этого квадрата, как было сказано, выполнить отверстия диаметром d , то вероятность (p) попадания частицы в отверстие будет определяться отношением площадей отверстия диаметром d (в случаях благо препятствующие событию) к площади квадрата со стороной a :

$$p = \frac{\pi d^2}{4a^2} . \quad (1)$$

Если в поверхности выполнить прямоугольные отверстия одинаковой длины l , которые равномерно распределены на ней, то вероятность p , попадания частицы в отверстие длиной l и шириной a будет равна (рис. 3):

$$p = \frac{l \cdot a}{l \cdot a + l \cdot b} = \frac{a}{a + b} . \quad (2)$$

Из рассмотренных примеров становится ясным, что вероятность p прохождения частиц через отверстия, определяется геометрическими размерами поверхности, и равна отношению суммарной площади отверстий A_0 к полной ее площади A , т. е. принятому в сепарации термину живому сечению S разделяющей поверхности:

$$p = S = A_0 / A . \quad (3)$$

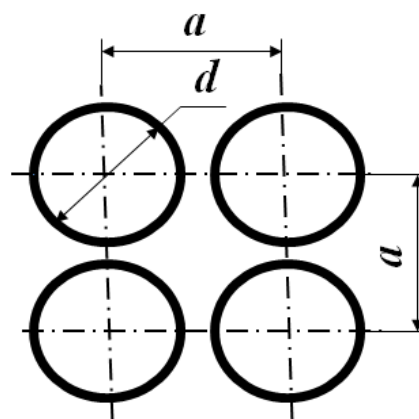


Рис. 2. Расчетная схема к определению вероятности попадания частицы с круглыми отверстиями, выполненными в разделяющей поверхности

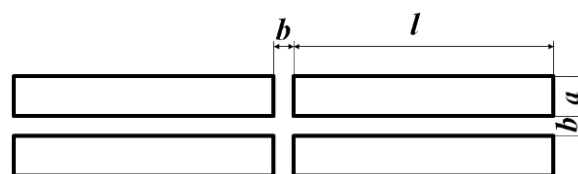


Рис. 3. Расчетная схема к определению вероятности попадания частицы с прямоугольными отверстиями, выполненными в разделяющей поверхности

Для прохождения частицы через отверстия с размером a (под которым может пониматься его длина l , ширина b , либо диаметр d), необходимо, чтобы центр масс C при ее движении располагался над или за кромкой отверстия на расстоянии x , равном $x \geq a/2$ (рис. 4).

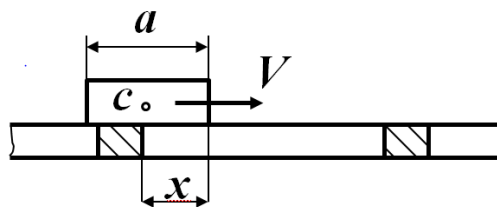


Рис. 4. Расположение частицы в отверстии

Учитывая это, определим вероятность прохождения частицы через отверстия. Для этого применим задачу Бюффона [4].

Пусть на плоскость, на которой начерчен ряд параллельных линий АВ и CD на расстоянии $2a$ одна от другой, бросается на удачу игла длиной $2l$, причем $2a \geq 2l$ (рис. 5). Какова вероятность, что игла пересечет одну из линий, если все положения иглы при ее падении случайны и равно возможны?

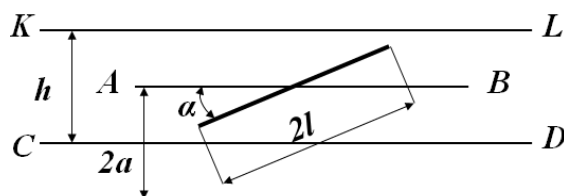


Рис. 5. Расчетная схема к решению задачи Бюффона

Пересечение иглой одной из линии АВ или CD при ее падении под углом α к этим линиям возможно тогда, когда середина иглы попадает в полоску KLMN, ширина которой $h = l \cdot \sin \alpha$. Вероятность этого будет:

$$P'_n = \frac{2l \cdot \sin \alpha}{2a} = \frac{l \cdot \sin \alpha}{a}. \quad p'_n = \frac{l \cdot \sin \alpha}{a} \quad (4)$$

Вероятность, что игла упадет под углом $\alpha + d\alpha$ к линиям АВ и CD будет:

$$P'_\alpha = \frac{d\alpha}{\pi}. \quad (5)$$

Так как число случаев всех равновозможных пропорционально π , то вероятность совместного появления этих двух событий будет равна их произведению:

$$P^l = P'_n \cdot P'_\alpha = \frac{l}{\pi a} \sin \alpha \, d\alpha, \quad (6)$$

интегрируя по α , получим

$$P^l = \frac{l}{\pi a} \int_0^\pi \sin \alpha \, d\alpha = \frac{2l}{\pi a}. \quad (7)$$

Из задач Бюффона вытекает, что если на горизонтальную плоскость с параллельными прямыми линиями, отстоящими друг от друга на расстоянии $2a$ наудачу брошен выпуклый контур, диаметр которого меньше $2a$, то вероятность того, что контур пересечет одну из параллельных линий будет равна

$$P^l = \frac{S}{\pi a}, \quad (8)$$

где S — полупериметр выпуклого контура [2].

Вероятность (p) события, когда не происходит пересечение линий иглой, т. е. вероятность события, противоположного пересечению, будет равна:

$$p = 1 - P^l. \quad (9)$$

Это и есть вероятность случаев, при котором происходит процесс сепарации.

Вероятность попадания частицы в отверстие поверхности при ее движении по ней со скоростью V_r за время t , произойдет на расстоянии $V_r t$ или относительная ее вероятность будет равна

$$\mu = \frac{p}{V_r t}. \quad (10)$$

Если количество пройденных через отверстие частиц, находящихся на поверхности равно y , а длина поверхности равна x , тогда изменение наличия пройденных частиц y на бесконечно малом участке dx ($\frac{dy}{dx}$) будет пропорционально количеству частиц поступившему на этот участок, причем $\frac{dy}{dx}$ к y или отношение скорости изменения функции на единицу величины функции, есть величина постоянная и равна относительной вероятности μ . С увеличением x , величина y убывает. Следовательно, дифференциальное уравнение процесса сепарации будет:

$$-\frac{dy}{dx} = \mu y \text{ или } \int \frac{dy}{y} = -\mu dx, \quad (11)$$

интегрируя получим:

$$\ln y = -\mu x + C, \quad (12)$$

с учетом начальных условий: $x = x_0 = 0$, $y = y_0$ постоянная интегрирования $C = y_0$, где y_0 — наличие проходных частиц в исходном материале.

Тогда остаток частиц, не прошедших через отверстие на расчетном участке разделяющей поверхности y_c , будет равно

$$y_c = y_0 e^{-\mu x}, \quad (13)$$

где e — основание натуральных логарифмов.

Приняв $x = L$ за теоретическую длину разделяющей поверхности, получим

$$y_c = y_0 e^{-\mu l}. \quad (14)$$

Учитывая, что $\mu = \frac{p}{V_r t}$, получим уравнение сепарации

$$y_c = y_0 e^{-\frac{p}{t V_r} L}. \quad (15)$$

Если на разделяющую поверхность в единицу времени поступает y_0 проходных частиц, а остаток проходных частиц, сходящих с поверхности, равно y_c , то количество прошедших через отверстия частиц y_{Π} будет равно

$$y_{\Pi} = y_0 - y_c = y_0 - y_0 e^{-\frac{p}{t V_r} L}. \quad (16)$$

Уравнение (16) и есть уравнение сепарации в инерционном сепараторе.

Библиографический список

1. Кузьмин, М. В. Эластичное цилиндрическое решето / М. В. Кузьмин, В. Ю. Чурюмов // Механизация и электрификация сельского хозяйства. — 1987. — № 1. — С. 55.
2. Василенко, И. Ф. Теория соломотряса / И. Ф. Василенко // Сб. тр. по земледельческой механике. — 1961. — Т. 6. — С. 69—92.
3. Гнеденко, Б. В. Курс теории вероятностей / Б. В. Гнеденко. — Москва : Едиториал УРСС, 2005. — 448 с.

В статье рассматривается понятие «полисемия» и ее роль в современной семантике. Словарный состав языка не является чем-то неизменным — он постоянно изменяется, пополняется. Значение слова является одной из самых спорных проблем в теории языка.

Ключевые слова: словарный запас, полисемия, перевод, семантика, контекст, многозначные слова

С. И. Шарапова,
кандидат педагогических наук
(Сыктывкарский лесной институт)

К ВОПРОСУ МНОГОЗНАЧНОСТИ СЛОВ ПРИ ОБУЧЕНИИ ИНОСТРАННОМУ ЯЗЫКУ (ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ)

В современной методике обучения иностранным языкам в неязыковом вузе особое место отводится чтению специальных текстов. Умение читать литературу по изучаемой специальности остается чрезвычайно важным аспектом владения языком. Наряду с социокультурным образованием, чтение литературы по специальности может стать средством пополнения знаний по их основной специальности. Процесс обучения должен обладать практической направленностью, в том смысле, что овладение иностранным языком сочетается с освоением профессионально значимых знаний. При работе с такими текстами студенты не только знакомятся с основами выбранной профессии, но и накапливают и формируют *активный* и *потенциальный словарный запас*, а также вырабатывают умение понять организацию профессионально ориентированного текста.

Активный (продуктивный) словарный запас — это лексические единицы, которые должны использоваться в устной и письменной речи для выражения своих мыслей.

Потенциальный словарный запас включает лексические единицы, о значении которых можно догадаться по сходству с родным языком, по словообразовательным элементам, с опорой на контекст.

Начинать работу со специальными текстами приходится с 1-го курса. Однако при работе с ними следует учитывать определённые трудности, связанные с особенностями изучаемого иностранного языка. К таким сложностям относятся:

- большое количество сложных слов;
- наличие непривычных значений у знакомых лексических единиц, истинное значение которых можно выявить, опираясь только на контекст;
- наличие фразеологических и идиоматических выражений;
- наличие грамматических средств, обладающих многозначностью.

В связи с этим встает вопрос о рассмотрении такого явления, как многозначность, или полисемия слов. Данный вопрос связан с практической значимостью проблемы понимания слов, имеющих несколько различных значений. Учитывая, что слова с различными лексическими значениями во многих языках составляют

достаточно большую часть лексики и часто используются, при чтении специальных текстов важно знать особенности их перевода.

Слово в иностранном языке, как и всякий знак языка, имеет свою *форму* и *содержание*, может быть однозначным и многозначным, т. к. количество предметов и явлений внешней действительности намного больше, чем слов, обозначающих эти предметы и явления.

Под *формой* слова понимается его фонетическая и орфографическая сторона, его структура и вся совокупность его грамматических форм (словоформ).

Содержание слова, его внутренняя структура, составляет взаимосвязь ряда компонентов. Сюда можно отнести «*понятие*», «*значение*» и «*смысл*».

Понятие представляет оформление в мысли обобщённого класса объектов (предметов, явлений окружающей действительности) по совокупности их специфических признаков.

Слово-понятие является единицей отбора лексического материала, куда входит не просто слово, а слово в одном из его значений.

Значение слова связано со «способностью языкового знака выделять предмет, явление, признак из окружающего объективного или субъективного мира» [1, с. 9]. При этом смысловая структура слова образует не простую совокупность значений и употреблений, а систему взаимосвязанных и взаимообусловленных элементов.

Все принципиальные вопросы современной семантики так или иначе сводятся к её главной проблеме — значению слова. Значение слова является одной из самых неоднозначных и спорных проблем в теории языка.

Изучением значений слов и выражений, фиксацией всяческих изменений в их структуре занимается такой раздел языкознания как семантика. *Семантикой* называют и смысловую сторону значения отдельных языковых единиц, включая слова и словосочетания.

Вопрос определения значения слова широко освещён в трудах отечественных и зарубежных лингвистов. Существует даже специальная наука под названием *семасиология*, которая занимается изучением значений слов и выражений.

Значение слова представляет категорию, объективно сформировавшуюся в процессе исторического развития общества. Значение слова «есть то, что открывается в предмете или явлении объективно — в системе объективных связей, отношений, взаимодействий. Значение отражается, фиксируется в языке и приобретает благодаря этому устойчивость» [2, с. 345].

Значение определяется также местом слова в системе данного языка, здесь речь идет о месте, которое «закреплено за данной звуковой формой обусловленной системой данного языка» [3, с. 52]. В английском предложении, следует отметить, от местоположения слова зависит, каким членом предложения оно является, и изменение порядка слов в предложении приводит к изменению его смысла. Примером могут послужить некоторые лексические единицы, представленные в базовом «учебнике по английскому языку для инженеров» [4, с. 19]. Так в UNIT1 используется в непривычном значении такое слово, как «*kind*». В школе его учили как имя прилагательное в значении *добрый, сердечный, милый*, в учебнике это слово используется как имя существительное в значении *род, сорт, вид*.

- *There are different kinds of books in our library.* — *В нашей библиотеке есть разные (виды) книг;*

- *the same kind of music* — *та же самая музыка.*

Значение слова может быть *грамматическим* и *лексическим*. Будучи элементом языковой системы, слово подчиняется грамматическим законам. На этом основании можно сказать, что любое слово обладает *грамматическим значением*, т. е. «обобщенным, отвлеченным языковым значением, присущим ряду словоформ и находящим в языке свое регулярное (стандартное) выражение» [5]. Например, слова «*shops*», «*men*», «*data*» объединены общим грамматическим значением множественности, хотя показатели числа в каждом из них свои. Следует отметить при этом, что объединение слов на основе их грамматического значения не является смысловым объединением и не выражает общей понятийной идеи слова. Эти задачи выполняет лексическое значение слова.

«*Лексическое значение* слова — это его предметно-вещественное содержание, оформленное по законам грамматики определенного языка и такой, который является элементом общей семантической системы словаря этого языка» [6; 169]. Лексическая общность слова заключена, как правило, в корневой морфеме — носителе понятийной идеи. Лексическое значение, таким образом, представляет собой смысловую сторону слова и лишено стандартного выражения. Наиболее яркое проявление общности лексического значения для группы слов — это словообразовательное гнездо, т. е. совокупность всех возможных производных от одной корневой морфемы, например:

- «*forest*» — «*natural system*»,

- «*forester*» — «*profession, forestry specialist*»,

- «*forestry*» — «*the area of economic activity engaged in the cultivation, protection and use of forest resources*» (область хозяйственной деятельности, занимающаяся выращиванием, защитой и использованием лесных ресурсов).

«При этом нужно помнить, что грамматическое значение присуще только одной конкретной словоформе, тогда как лексическое значение закреплено за всей совокупностью словоформ данного слова» [5].

Значение слова обуславливается всей лексико-семантической системой языка и является результатом отражения общественно осознанной объективной действительности. Лексическое значение формируется в условиях конкретных связей и взаимоотношений слов данного языка. Помимо выражаемого им понятия в значении слова могут входить и другие компоненты: эмоциональная окраска, стилистическая характеристика, соотносённость с другими словами того же языка. На него наслаиваются добавочные представления и разного рода смысловые ассоциации. В зависимости от того, к какой части речи принадлежит слово, его лексическое значение связывается с определённым кругом грамматических значений и может испытывать на себе их влияние, в связи с чем каждая часть речи имеет свои семантические особенности.

У слова есть и «внутренняя сторона — *смысл*. Каждое слово, имея организованную звуковую оболочку, соотносится с определённым предметом действительности, признаком, действием и т. д. Каждое слово берет на себя выражение части смысла целого» [7]. *Смысл слова* представляет реализацию одного из зна-

чений слова в конкретной ситуации общения. Как самостоятельная часть (компонент) семантики слова смысл был выделен Л. С. Выготским. Являясь составной частью общего значения слова, смысл выступает как явление «автономное» и «самостоятельное». Смысл представляет «индивидуальное значение слова», выделенное из объективной системы связей. Такое значение слова состоит из смысловых связей, которые актуальны для человека в данный момент.

Смысл любого слова обнаруживает себя в конкретном *контексте* [8, с. 85]. Согласно словарю лингвистических терминов, контекст (лат. *contextus* — соединение, связь) — это:

1) Законченный в смысловом отношении отрезок письменной речи (текста), дающий возможность точно установить значение отдельного входящего в него слова или предложения;

2) Условия употребления данной языковой единицы в речи (языковое окружение, а в широком смысле также ситуация речевого общения).

В общем понимании контекст — это языковое окружение, в котором употребляется та или иная лингвистическая единица. Так контекстом может быть предложение, микротекст или целый текст, т. е. совокупность слов, грамматических слов и конструкций, в окружении которых встречается данное слово.

Следует отметить, что в процессе перевода текстов с иностранного языка на русский часто возникают проблемы с выбором значения многозначных слов. Контекст играет важную роль при выборе нужного значения.

Библиографический список

1. Шамов, А. Н. Психолого-дидактические основы организации познавательной деятельности учащихся в процессе овладения лексической стороной иноязычной речи : монография / А. Н. Шамов. — Нижний Новгород, 2003. — 239 с.
2. Леонтьев, А. Н. Лекции по общей психологии / А. Н. Леонтьев. — Москва : Смысл, 1990. — 560 с.
3. Арбекова, Т. И. Лексикология английского языка (практический курс) : учеб. пособие для II—III курсов институтов и факультетов иностранных языков / Т. И. Арбекова. — Москва : Высшая школа, 1977. — 240 с.
4. Полякова, Т. Ю. Английский язык для инженеров : учебник / Т. Ю. Полякова, Е. В. Синявская, О. И. Тынкова, Э. С. Улановская. — Москва : Высшая школа, 2004. — 463 с.
5. Елисеева, В. В. Лексикология английского языка : учебник / В. В. Елисеева. — URL: <http://www.homeenglish.ru/Texteliseeva 2003>.
6. Виноградов, В. В. Русский язык (Грамматическое учение о слове) : учеб. пособие для вузов по специальности «Русский язык и литература» / В. В. Виноградов. — Москва : Высш. шк., 1986. — 639 с.
7. Выготский, Л. С. Мышление и речь / Л. С. Выготский. — 5-е изд. испр. — Москва : Лабиринт, 1999. — 350 с.