

Экология, окружающая среда и человек

монография

**Авдеев Ю.М., Белый А.В., Гассий В.В., Заварин Д.А.,
Костин А. Е., Мокрецов Ю.В., Сухорукова И.В.,
Тесаловский А. А., Хамитова С.М., Шмакин В. Б.**

НАУЧНАЯ ОБЩЕСТВЕННАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ
ПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ НАУКА

Экология, окружающая среда и человек

Монография

www.scipro.ru
Нижний Новгород, 2019

УДК 504
ББК 20.1
Э40

Рецензент: Пестерева Нина Михайловна - член-корр. Российской академии естественных наук; Действительный член Академии политических наук; Действительный член Международной академии информатизации образования; Доктор географических наук, Профессор метеорологии, профессор кафедры менеджмента в спортивной и туристской индустрии Института отраслевого менеджмента, РАНХиГС при Президенте РФ. Пестерева Н.М. награждена Медалью Ордена за услуги перед Отечеством II степени (за высокие достижения в сфере образования и науки). Является почетным работником высшего профессионального образования РФ.

Сулыга Н.В. – кандидат биологических наук, старший научный сотрудник. ФГБНУ «Северо-Кавказский Федеральный научный центр»

Авторы:

Авдеев Ю.М., Белый А.В., Гассий В.В., Заварин Д.А., Костин А. Е., Мокрецов Ю.В.,
Сухорукова И.В., Тесаловский А. А., Хамитова С.М., Шмакин В. Б.

Экология, окружающая среда и человек [Электронный ресурс]: монография. – Эл. изд. - Электрон. текстовые дан. (1 файл pdf: 255 с.). - Нижний Новгород: НОО "Профессиональная наука", 2019. – Режим доступа: <http://scipro.ru/conf/monographecology.pdf>. Сист. требования: Adobe Reader; экран 10'.

ISBN 978-5-907072-80-0

В монографии рассматриваются фундаментальные проблемы экологии. Излагаются основные механизмы и закономерности устойчивого существования биологических систем разного уровня в условиях сложной и динамической среды.

Материалы монографии могут быть полезны для предпринимателей, ученых, общественных деятелей, преподавателей и широкой общественности — всех тех, кого беспокоит современное и будущее состояние окружающей среды

При верстке электронной книги использованы материалы с ресурсов: Designed by Freepik, Canva.

ISBN 978-5-907072-80-0



9 785907 072800

© Авторский коллектив, 2019 г.

© Издательство НОО Профессиональная наука, 2019 г.

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	5
РАЗДЕЛ 1. ЭКОЛОГИЯ И ПРОМЫШЛЕННОСТЬ	10
ГЛАВА 1.1. АНАЛИЗ ВЛИЯНИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ И ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ХАРАКТЕРИСТИК РУДНИКА ГОРНОДОБЫВАЮЩЕГО ПРЕДПРИЯТИЯ.	10
ГЛАВА 1.2. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИСКУССТВЕННО-ЕСТЕСТВЕННЫХ ГЕОХИМИЧЕСКИХ БАРЬЕРОВ НА ПОЛИГОНАХ ТВЁРДЫХ ОТХОДОВ В УСЛОВИЯХ СЕВЕРО-ЗАПАДА РОССИИ ДЛЯ ЗАДАЧ РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЯ	30
1.2.1. ПОСТАНОВКА И СОСТОЯНИЕ ПРОБЛЕМЫ.....	30
1.2.2. МЕТОДИКА И МАТЕРИАЛЫ	40
1.2.3. РЕКОМЕНДАЦИИ ПО РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЮ НА ОСНОВЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ИССЛЕДОВАНИЙ	63
РАЗДЕЛ 2. ЭКОЛОГИЯ, ПРИРОДА И ОКРУЖАЮЩАЯ СРЕДА	65
ГЛАВА 2.1. ПРОБЛЕМЫ СОХРАНЕНИЯ СРЕДЫ ОБИТАНИЯ И ЗДОРОВЬЯ ЧЕЛОВЕКА В КОНТЕКСТЕ ОСВОЕНИЯ АРКТИКИ: ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ КОРЕННЫХ НАРОДОВ, ОРГАНОВ ВЛАСТИ И БИЗНЕСА.....	65
ГЛАВА 2.2. ИСХОДНАЯ ПРОСТРАНСТВЕННАЯ ОСНОВА ПРИ ЭКОЛОГИЧЕСКОМ МОНИТОРИНГЕ ХОЗЯЙСТВЕННО ОСВОЕННЫХ ТЕРРИТОРИЙ	80
2.2.1. ГЕОДЕЗИЧЕСКИЕ СЕТИ ГОРОДОВ НА СОВРЕМЕННОМ ЭТАПЕ	80
2.2.2. ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОСТРАНСТВЕННОГО РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ГЕОДЕЗИЧЕСКИХ ПУНКТОВ НА ТЕРРИТОРИИ ГОРОДА ВОЛОГДЫ. СОХРАННОСТЬ ГЕОДЕЗИЧЕСКОЙ СЕТИ ГОРОДА ВОЛОГДЫ	85
2.2.3. ИССЛЕДОВАНИЕ ГЕОДЕЗИЧЕСКОЙ СЕТИ ГОРОДА ВОЛОГДЫ И ВОЛОГОДСКОЙ ОБЛАСТИ	88
2.2.4. ИССЛЕДОВАНИЕ ВЫСОТНОЙ ГЕОДЕЗИЧЕСКОЙ СЕТИ Г. ВОЛОГДЫ...	90
2.2.5. СОСТОЯНИЕ ОПОРНОЙ МЕЖЕВОЙ СЕТИ НА СОВРЕМЕННОМ ЭТАПЕ .	94
2.2.6. ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОСТРАНСТВЕННОГО РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ПУНКТОВ ОПОРНОЙ МЕЖЕВОЙ СЕТИ В ВОЛОГОДСКОЙ ОБЛАСТИ.....	96
2.2.7. ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОСТРАНСТВЕННОГО РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ПУНКТОВ ОПОРНОЙ МЕЖЕВОЙ СЕТИ В ТОТЕМСКОМ РАЙОНЕ	99
2.2.8. ОБЕСПЕЧЕННОСТЬ ПЛАНОВО-ВЫСОТНЫМ ОБОСНОВАНИЕМ ОБЪЕКТОВ СТРОИТЕЛЬСТВА ВОЛОГОДСКОЙ ОБЛАСТИ.....	103
2.2.9. ПРОСТРАНСТВЕННОЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЕ СТАНЦИЙ НАЗЕМНОГО УПРАВЛЕНИЯ СЕТЕЙ ГНСС	105
2.2.10. РАЗВИТИЕ ГЕОДЕЗИЧЕСКОЙ СЕТИ ПОСРЕДСТВОМ УСТАНОВКИ	

БАЗОВЫХ GNSS РЕФЕРЕНЦНЫХ СТАНЦИЙ	108
2.2.11. РАЗВИТИЕ СЕТЕЙ РЕФЕРЕНЦНЫХ СТАНЦИЙ В СЕВЕРО-ЗАПАДНОМ ФО	114

РАЗДЕЛ 3. ЭКОЛОГИЯ ТЕРРИТОРИЙ И ЭКОСИСТЕМЫ117

ГЛАВА 3.1. ИССЛЕДОВАНИЯ СУЧКОВАТОСТИ ДРЕВЕСИНЫ В ЛЕСНЫХ ЭКОСИСТЕМАХ ВОЛОГОДСКОЙ ОБЛАСТИ	117
ГЛАВА 3.2. ВЛИЯНИЕ ПРЕОБРАЗОВАНИЯ ОБШИРНЫХ ТЕРРИТОРИЙ НА ОКРУЖАЮЩУЮ ПРИРОДНУЮ СРЕДУ НА ПРИМЕРЕ ГИДРОТЕХНИЧЕСКОГО СТРОИТЕЛЬСТВА	153
3.2.1. УЩЕРБЫ ОКРУЖАЮЩЕЙ ПРИРОДНОЙ СРЕДЕ И ЗАЩИТА ЗЕМЕЛЬ ПРИ СОЗДАНИИ ВОДОХРАНИЛИЩ КОМПЛЕКСНОГО НАЗНАЧЕНИЯ.....	153
3.2.2 ЗАРУБЕЖНЫЙ ОПЫТ СТРОИТЕЛЬСТВА, ЭКСПЛУАТАЦИИ ГИДРОТЕХНИЧЕСКИХ ОБЪЕКТОВ И ОЦЕНКИ ИХ ВЛИЯНИЯ НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ	185
ГЛАВА 3.3. ЭКОЛОГО-ДРЕВЕСИНОВЕДЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ КАЧЕСТВА ДРЕВЕСИНЫ В ЛЕСНЫХ ЭКОСИСТЕМАХ ВОЛОГОДСКОЙ ОБЛАСТИ	192
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	220
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК	221
СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ	240
ПРИЛОЖЕНИЕ	242

Введение

Ученые уже несколько десятилетий подряд бьют тревогу о близкой экологической катастрофе. Проведенные исследования в разных областях приводят к выводу, что мы уже сталкиваемся с глобальными изменениями климата и внешней среды под воздействием деятельности человека. Загрязнение океанов из-за утечек нефти и нефтепродуктов, а также мусора дошло до огромных масштабов, что влияет на сокращение популяций многих видов животных и экосистему в целом. Растущее число машин каждый год приводит к большому выбросу углекислого газа в атмосферу, что, в свою очередь, ведет к осушению земли, обильным осадкам на материках, уменьшению количества кислорода в воздухе. Некоторые страны уже вынуждены привозить воду и даже покупать консервированный воздух, поскольку производство испортило окружающую среду в стране. Многие люди уже осознали опасность и весьма чутко реагируют на негативные изменения в природе и основные экологические проблемы, но мы всё еще воспринимаем возможность катастрофы, как нечто несбыточное и далекое.

Безусловно, принимать меры по сохранению и очистке почвы, воздуха и воды необходимо в кратчайшие сроки. Решение мировых экологических проблем многие ученые видят именно на законодательном уровне. Какие же именно методы можно и нужно использовать? В первую очередь это правильная эксплуатация природных ресурсов. Если мы научимся верно использовать то, что дано природой, нам удастся сохранить и приумножить ее богатства не на одно поколение.

Создание новейших очистных сооружений и внедрение их на всех заводах любого типа уменьшит выбросы мусора и химических реагентов в воздух, почву и воду. Слежение за нормами и их нарушениями в области охраны природы на законодательном уровне помогут человеку понять ответственность за использование природных ресурсов в своей деятельности. Раздельный выброс бытового мусора и его правильная утилизация, введение новых технологий для очистки отходов заводских предприятий, отказ от синтетических удобрений и замена их на органические (например, компост) благотворно скажутся на взаимодействии человека и природы.

В главе 1.1 «Анализ влияния экологических и производственных характеристик рудника горнодобывающего предприятия» исследование

посвящено проблеме загрязнения окружающей среды отходами производства и потребления, возникающими из-за функционирования горнодобывающих предприятий. Выполнен анализ экологической технoемкости территории. Предложены методические подходы по обеспечению безопасного обращения с отходами производства и потребления горнодобывающих предприятий. Проведена оценка воздействия горнодобывающих предприятий на природную геосистему, выявлен характер и масштабы этого воздействия, его последствия. Разработана экономико-математическая модель оптимизации природопользования на территориях с размещенными горнодобывающими производствами

В главе 1.2 авторы рассматривают вопрос - «Использование искусственно-естественных геохимических барьеров на полигонах твёрдых отходов в условиях северо-запада России для задач ресурсосбережения». Акцентируется высокая ресурсоёмкость, особенно землеёмкость, проблемы захоронения твёрдых отходов. Существующая система организации, проектирования и изысканий полигонов не нацелена на экономию земельных ресурсов. Обширные данные собственных исследований авторов на многочисленных полигонах в СЗФО позволяют утверждать, что в условиях избыточного увлажнения основной проблемой охраны окружающей среды является загрязнение не атмосферы, грунтов и грунтовых вод, а поверхностных вод фильтратом с тела свалочных масс. Загрязнение грунтов и грунтовых вод всегда несущественно по площади и не зависит от размера полигона, времени его эксплуатации, степени обустройства и характера грунтов, что объясняется повсеместным, под воздействием фильтрата, развитием закольматированного водонепроницаемого экрана и глеевого геохимического барьера. Учёт реальной ассимилирующей ёмкости конкретных экосистем позволит расширить возможности выбора земельных участков для полигонов, сократить затраты на изыскания и строительство, уменьшить размеры полигонов и их санитарно-защитных зон и таким образом привести к существенному сбережению земельных, трудовых и финансовых ресурсов. Для отдельных изученных объектов выработаны конкретные природоохранные рекомендации.

В главе 2.1. авторы рассматривают вопрос проблемы сохранения среды обитания и здоровья человека в контексте освоения Арктики: взаимодействие коренных народов, органов власти и бизнеса. В настоящее время процесс промышленного освоения Арктики все больше затрагивает интересы коренных малочисленных народов Севера. Остро встает вопрос о сохранении среды обитания и здоровья местного населения. В современной

экономической науке устойчивое развитие северных территорий России рассматривается с точки зрения потенциала промышленного освоения, повышения инвестиционной привлекательности и производительности при сохранении природного капитала. Однако следует уделять особое внимание социальным и экологическим факторам влияния на естественную среду обитания коренных малочисленных народов Севера. Для этих целей в ряде регионов России развивается механизм ресурсной оценки и компенсации за возможный причиненный ущерб местному населению в случае реализации инвестиционного проекта по добыче природных ресурсов на их территории. Речь, прежде всего, идет о территориях традиционного природопользования, где осуществляется оленеводство, рыболовство, охота. Все эти виды традиционного хозяйствования зависят от качества водных ресурсов, состояния атмосферного воздуха и других важных показателей, формирующих комфортную среду обитания. Поэтому важным является подробное изучение вопроса реализации принципов устойчивого развития, а также использования инструментов экономических и социальных гарантий коренных малочисленных народов Севера. Среди инструментов, формирующих механизм финансирования и экономического регулирования устойчивого развития, можно выделить: оценку убытков и компенсацию причиненного вреда коренных малочисленных народов Севера при реализации проектов, оценку ресурсного потенциала, природных благ и экосистемных функций природного капитала, подписание соглашений о социально-экономическом сотрудничестве реализацию инфраструктурных, экологических и социально значимых проектов, выделение части акций компании коренным жителям района, формирование фондов устойчивого развития данных территорий.

В главе 2.2. авторы рассматривают такой вопрос как, «Исходная пространственная основа при экологическом мониторинге хозяйственно освоенных территорий»

В главе 3.1. представлены исследования сучковатости древесины в лесных экосистемах Вологодской области. Проведён анализ природно-климатических особенностей региона, обозначен российский и зарубежный опыт исследований рассматриваемого вопроса, приведены авторские данные, основанные на полевых исследованиях.

В главе 3.2. автором рассмотрены вопросы влияния преобразования крупных территорий на окружающую среду на примере строительства водохранилищ комплексного назначения: затопление и подтопление земель; ликвидация лесных массивов, полезных ископаемых и сельскохозяйственных угодий; исчезновение представителей флоры и фауны; негативное

воздействие на рыбное хозяйство; акустическое загрязнение и загрязнение водоёмов от сброса биогенных и загрязняющих веществ. Рассмотрены проблемы, связанные с землеустройством зоны водохранилища, её обследованием с помощью методов дистанционного зондирования земель. Приведены методики расчёта ущерба от затопления земель. Отдельное внимание уделено опыту эксплуатации водохранилищ за рубежом, особенно, социальным последствиям от их создания.

В главе 3.3. автор рассматривает вопрос «Эколого-древесиноведческие исследования качества древесины в лесных экосистемах Вологодской области». Качество древесного сырья является одновременно его технической и экономической характеристикой. Чем дороже готовое изделие, тем выше требования предъявляемые к сырью, из которого оно изготавливается. Применительно к древесине, это, прежде всего, относится к сучковатости. В соответствии с требованиями национальных стандартов качество круглых лесоматериалов обусловлено наличием и выраженностью пороков, основными из которых являются сучки различных категорий. Сучки - это неотъемлемая часть всех древесных стволов и получаемых из них сортиментов. Сортность 70% сосновых и 67% еловых круглых лесоматериалов определяется их сучковатостью. Внедрение в лесохозяйственную практику научно-обоснованных режимов лесовыращивания, позволяющих снизить сучковатость древесных стволов и тем самым повысить их качество, является актуальной задачей. Впервые для стволов сосны и ели в культурах южной подзоны тайги определены параметры открытой сучковатости, включая протяжённость бессучковой зоны, зоны с сухими сучками, живой кроны, диаметр у основания сучков, их количество и площадь боковой поверхности ствола, занятой сучками. Установлены аналитические зависимости показателей сучковатости с таксационными характеристиками древостоев и отдельных деревьев.

Авторский коллектив:

Раздел 1. Экология и промышленность

Глава 1.1. Анализ влияния экологических и производственных характеристик рудника горнодобывающего предприятия (Сухорукова И.В.)

Глава 1.2. Использование искусственно-естественных геохимических барьеров на полигонах твёрдых отходов в условиях северо-запада России для задач ресурсосбережения (Белый А. В., Шмакин В. Б.)

Раздел 2. Экология, природа и окружающая среда

Глава 2.1. Проблемы сохранения среды обитания и здоровья человека в контексте освоения Арктики: взаимодействие коренных народов, органов власти и бизнеса (Гассий В.В.)

Глава 2.2. Исходная пространственная основа при экологическом мониторинге хозяйственно освоенных территорий (Заварин Д.А.)

Раздел 3. Экология территорий и экосистемы

Глава 3.1. Исследования сучковатости древесины в лесных экосистемах Вологодской области (Авдеев Ю.М., Хамитова С.М., Мокрецов Ю.В., Костин А.Е.)

Глава 3.2. Влияние преобразования обширных территорий на окружающую природную среду на примере гидротехнического строительства (Тесаловский А.А.)

Глава 3.3. Эколого-древесиноведческие исследования качества древесины в лесных экосистемах Вологодской области (Авдеев Ю.М.)

Раздел 1. Экология и промышленность

Глава 1.1. Анализ влияния экологических и производственных характеристик рудника горнодобывающего предприятия.

По данным Государственного доклада «О состоянии и об охране окружающей среды в Российской Федерации в 2017 году»,¹ решение проблемы загрязнения окружающей среды отходами производства и потребления представляет собой комплекс серьезных проблем, требующих системного и безотлагательного решения. В данном направлении в 2017 г. перечнем поручений Президента Российской Федерации В.В. Путина (от 24.01.2017 № Пр-140ГС) по итогам заседания Государственного совета по вопросу об экологическом развитии Российской Федерации в интересах будущих поколений была подчеркнута необходимость принятия мер по обеспечению безопасного обращения с отходами производства и потребления. В 2017 г. на территории Российской Федерации, по данным Росприроднадзора, образовалось 6 220,6 млн т отходов. Удельный показатель общего объема образования отходов на единицу ВВП¹ в 2017 г. составил 98,3 тонн на 1 млн рублей. В разрезе видов экономической деятельности наибольший объем образования отходов производства и потребления в 2017 г. приходился на вид экономической деятельности «добыча полезных ископаемых» – 5 786,2 млн т, или 93% от общего количества образованных отходов. Это связано с тем, что при добыче и обогащении полезных ископаемых образуется наибольшее количество отходов, основу которых составляют вскрышные породы. Доля отходов по виду экономической деятельности «обрабатывающие производства» в общем объеме образования отходов составила 4,4% от общего количества отходов, или 274,8 млн т отходов.

В настоящее время реализуется программа «Ликвидация накопленного экологического ущерба» в рамках государственной программы Российской Федерации «Охрана окружающей среды» на 2012-2019 годы, в состав которой включены проекты по переработке отходов, связанных с прошлой экономической деятельностью.² Проблема устойчивого развития

¹ Государственный доклад «О состоянии и об охране окружающей среды в Российской Федерации в 2017 году. М.: Минприроды России. 2018. – 888 с.

² Доклад «Об экологическом развитии Российской Федерации в интересах будущих поколений». М.:

включает два ключевых понятия: потребность общества; ограничения, связанные со способностью окружающей среды удовлетворять имеющиеся и будущие потребности, а также предупреждение и минимизация вреда окружающей среды.

Для обеспечения главной функции необходимым является определение экологической техноёмкости территории, которая является обобщенной характеристикой территории, количественно соответствующей максимальной техногенной нагрузке, которую может выдержать и переносить в течение длительного времени совокупность реципиентов и экологических систем территории без нарушения их структурных и функциональных свойств.

С развитием промышленного производства человечество начало пытаться приспособить к себе условия существования, производя для этого многочисленные продукты материальной культуры. Следствием промышленной революции явилось накопление невостребованных продуктов переработки, выбрасываемых в природные среды - атмосферу, гидросферу, литосферу. Происходит создание новых, специфических условий обитания, поскольку масштабы поступления превосходят масштабы естественного круговорота тех же веществ на земном шаре, не говоря уже о создании принципиально новых, ранее не встречающихся композиций. Изменение круговорота и перераспределение веществ, приводит обычно к коренной перестройке биосферы с длительным, в течение многих поколений, становлением новых, устойчивых сообществ живых существ. Цена этих изменений - гибель многих видов животных и растений и, конечно, изменение самого человека. Осознание опасности коренной ломки биосферы привело к поиску путей решения проблемы изоляции отходов человеческой деятельности. Наиболее простой, многократно апробированный способ заключается в перераспределении загрязняющих веществ на возможно большей площади³. При этом считается,⁴ что малые дозы продуктов могут быть с легкостью переработаны и даже улучшают показатели продуктивности сообществ либо могут быть законсервированы или видоизменены до инертных форм⁵. Многочисленные нормативные

Государственный Совет Российской Федерации, 2016. – 312 с.

³ Марченков П.Е. ТЕОРИЯ ЭКОЛОГИЧНОЙ ЭКОНОМИКИ И ЭКОНОМИКА ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ Проблемы современной экономики. 2003. № 2 (6). С. 81-83.

⁴ Харитонов Г.Н. ОТ ЭКОНОМИКИ ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ К ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ЭКОНОМИКЕ Вестник Кольского научного центра РАН. 2011. № 4 (7). С. 118-123.

⁵ Чернобай Л.П. ЭКОНОМИКА ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ – ЭКОНОМИКА "ДАРОВ" ЗЕМЛИ Сибирский международный. 2013. № 15. С. 90-92.

документы регламентируют деятельность практически всех предприятий исходя из этих позиций. Утвержденные правительством предельно допустимые концентрации (ПДК) и рассчитанные на их основе предельно допустимые выбросы (ПДВ) стали основой деятельности для многочисленных природоохранных структур. Однако весь спектр воздействия выбросов не сводится к тем моделям, на основе которых были получены директивные документы. Чрезвычайно трудоемкая методика определения ПДК для одного вещества практически не дает возможности экспериментального определения даже разовых безвредных доз для нескольких, пусть даже хорошо известных веществ, реально выпускаемых в ходе одной технологической операции⁶. Лучший эффект дает расчет так называемых антропогенных нагрузок, суммирующих все доступные виды воздействия в виде доз, превышающих предельно допустимые.⁷ Однако и в этом случае не учитываются долговременные воздействия выбросов, особенно в малых концентрациях, не превышающих ПДК, а это большинство наблюдаемых ситуаций. Даже для такой сравнительно хорошо изученной группы веществ как тяжелые металлы, аккумулирующихся в организме человека, как правило, не известны отдаленные последствия их внедрения в живые ткани.

В широком понимании земля, являясь одним из важнейших природных ресурсов, обладает уникальными и невосполнимыми человеком свойствами. Роль ее, как компонента биосферы постоянно возрастает⁸ в связи с ухудшением общей экологической обстановки и нарушением естественного баланса в эколого-экономической системе. Вместе с тем, сложившаяся система хозяйствования недостаточно удовлетворяет возрастающие потребности человечества и отрицательно влияет на среду его обитания.

Практически невозможно определить степень воздействия выбросов отдельных предприятий на растения, почвы и человека. Стремительное развитие урбанизации, обусловленное ростом числа городов, крупных промышленных поселков, ведет к образованию агропромышленных зон. Высокая концентрация населения на сравнительно небольшой площади и

⁶ Чалганова А.А. ЗАДАЧИ ЭКОНОМИКИ ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ С ПОЗИЦИЙ ЦИКЛИЧЕСКОЙ ЭКОНОМИКИ Наука на рубеже тысячелетий. 2018. № 11. С. 79-81.

⁷ Каракчиева И.В. ЭКОНОМИКА ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ Успехи современного естествознания. 2010. № 12. С. 47-48.

⁸ Косых П.Г., Авраменко А.А. ЛИЦОМ К ПРИРОДЕ. ЭТИКА ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ И ИНСТИТУЦИОНАЛЬНАЯ ЭКОНОМИКА Креативная экономика. 2008. № 2 (14). С. 93-96.

многосторонняя хозяйственно-бытовая деятельность определили в городах гигантское по своим масштабам техногенное воздействие на окружающую среду. В результате происходит существенное преобразование первичного природного (биогенного) ландшафта со сложной системой взаимоотношений природных и техногенных компонентов окружающей среды. Город изменяет природный комплекс, но и сам испытывает влияние природного комплекса. Города, как среда обитания людей с их инженерно-хозяйственной деятельностью, представляют собой своеобразные природно-технические сочетания, природно-техногенные ландшафты или природно-техногенные геосистемы. Поэтому постановка исследований в области охраны природных ландшафтов, прежде всего, актуальна для городских территорий, где вследствие значительной и плотной заселенности, промышленности, транспорта и коммунального хозяйства загрязнение окружающей среды, в частности природных вод, особенно интенсивно. Одна из важных сторон техногенного воздействия связана с вовлечением в сферу города огромных масс химических элементов с твердыми промышленными и бытовыми отходами, пылевыми выбросами, промышленными и коммунальными стоками и пр.

В последнее время все большую значимость, актуальность и определенность приобретает экологическая направленность исследований⁹, выражающаяся в исследовании окружающей среды не только как объекта деятельности человека, но и объекта, существенно и необратимо изменяющегося в результате этой деятельности¹⁰¹¹.

Основным вопросом при изучении урбанизации территорий является всесторонняя оценка воздействия инженерно-хозяйственной деятельности человека на природную геосистему, характер и масштабы этого воздействия, его последствия¹². Такое рассмотрение осуществляется по схеме: хозяйственная деятельность - виды техногенного воздействия на окружающую среду - изменение окружающей среды, вызванное различными видами техногенного воздействия - последствия вызванных изменений

⁹ Сухорукова И.В., Ефремычев В.А., Купчиненко А.В. ЭКОЛОГО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЗАГРЯЗНЕННЫХ ЗЕМЕЛЬ Вестник Российской академии сельскохозяйственных наук. 1996. № 3. С. 6.

¹⁰ Сухорукова И.В., Лихачев Г.Г. Экономическая модель оптимизации при централизованном управлении закупками дочерних компаний государственной корпорации. // Экономический анализ: теория и практика. 2016. № 6 (453). С. 115-123.

¹¹ Ефремычев В., Купчиненко А., Сухорукова И., Червяков А. Проблемы использования сельскохозяйственных угодий, загрязнённых выбросами промышленных предприятий. // Международный сельскохозяйственный журнал. 1996. № 2. С. 54.

¹² Сухорукова И.В. Эколого-экономическая модель использования загрязненных земель. М: ПКТИПромстрой, 2000. 280 с.

окружающей среды, характер и масштаб их влияния на деятельность человека - целесообразность тех или иных видов хозяйственной деятельности .

Сложившийся с начала 90-х гг. механизм регулирования природопользования, действующий в настоящее время, включает, с одной стороны, административные методы управления (лицензирование, выдача разрешений на выбросы, сбросы, размещение отходов, установление предельных размеров изъятия ресурса и т.д.), а с другой стороны – экономические, рыночные методы управления природопользованием, включая платежи за загрязнение, плату за природные ресурсы, компенсацию причиненного ущерба и др. Таким образом, процедура экологического аудита и экологического страхования как бы дополняет и развивает действующий механизм государственного экономического регулирования применительно к использованию загрязненных земель.¹³

Экологическое страхование, как часть механизма ответственности за причинение вреда в результате аварийного загрязнения окружающей среды, является более прогрессивным, т.к. позволяет задействовать резервы предупредительных мероприятий страховых организаций на проведение технологических и природоохранных мер, снижающих экологический риск, что выгодно всем сторонам, участвующим в страховании: и страховой компании, и предприятию, и третьим лицам, и окружающей среде.¹⁴

Следует учитывать, что при существующей системе ликвидации последствий загрязнения средства, выделяемые на эти цели из государственного бюджета, в значительной части расходуются на восстановление объектов, находящихся в зонах повышенного риска. Это поощряет местные органы исполнительной власти, землепользователей к интенсивному освоению указанных территорий и ведет к дальнейшему росту ущерба.¹⁵

В сложившихся условиях для снижения ущерба, наряду с традиционными мероприятиями, необходимо принятие на государственном уровне политики регламентирования хозяйственного использования указанных территорий,

¹³ Сухорукова И.В., Швед Е.В. Применение процедуры экологического аудита в системе экологического страхования сельскохозяйственных предприятий на загрязненных территориях . Финансовая аналитика: проблемы и решения. 2014. № 7 (193). С. 9-13.

¹⁴ Сухорукова И.В., Ефремычев В.А., Купчиненко А.В., Лавровский В.О. МОДЕЛЬ ЭФФЕКТИВНОГО ВЕДЕНИЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО ПРОИЗВОДСТВА В УСЛОВИЯХ РАДИОАКТИВНОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ ТЕРРИТОРИИ Международный сельскохозяйственный журнал. 1997. № 4. С. 31.1

¹⁵ Sukhorukova I.V. ECONOMIC-MATHEMATICAL MODELING OF THE OPTIMAL USE OF TERRITORIES CONTAMINATED AFTER THE CHERNOBYL ACCIDENT International Journal of Professional Science. 2017. № 3. С. 21-28.

сочетающей экономические регуляторы с рядом административно-правовых ограничений. Такой механизм обеспечивает права государства как собственника природных ресурсов на поддержание приемлемого качества окружающей среды и необходимого уровня воспроизводства природных ресурсов ¹⁶.

Предлагаемый механизм совместного использования процедуры экологического аудита и экологического страхования для экономического регулирования и управления использованием загрязненных земель выглядит следующим образом. При оформлении лицензий на эксплуатацию опасных производственных объектов, в том числе – сельскохозяйственных предприятий на загрязненных землях, необходимо предъявлять договор страхования риска гражданской ответственности за причинение вреда при эксплуатации опасного производственного объекта. В свою очередь договор страхования риска гражданской ответственности за причинение вреда при эксплуатации данного объекта заключается на основании заключения экологического аудита в части идентификации экологически опасных производственных объектов, а также заключения по оценке экологического риска.

Монголо-Российская Компания с ограниченной ответственностью “Предприятие Эрдэнэт”, запущенная в эксплуатацию в 1978 году, представляет собой крупнейший в Монголии производственный комплекс, ориентированный на добычу и переработку медно-молибденовой руды месторождения “Эрдэнэтийн-Овоо”.

¹⁶ Сердюкова Ю.А., Сухорукова И.В. Методологические основы страхования жилого фонда от природно-экологических и техногенных рисков.. Финансы и кредит. 2015. № 2 (626). С. 47-56

Таблица 1.1.1

SWOT АНАЛИЗ “ПРЕДПРИЯТИЕ ЭРДЭНЭТ”

Сильные стороны	Слабые стороны
Главный актив - качество человеческих ресурсов, высококвалифицированные работники с высоким уровнем научного и творческого потенциала.	Частое отключение электроэнергии со стороны центральной энергосистемы.
Богатые запасы медной руды и ресурсы.	Пока не внедрена лучшая технология мира по переработке медных руд. Низкая заработная плата.
Сильная позиция по себестоимости медного концентрата среди аналогичных предприятий.	Слабая позиция по затратам металлургического предела и ценообразующие показатели.
Акционерами являются правительства России и Монголии.	Нет собственных заводов по переработке катодной меди.
Стабильность финансового состояния.	Высокий тариф на перевозку медного концентрата.
Возможности	Угрозы
Возможность создания собственных медных заводов.	Нестабильность цены на медь на мировом рынке. Единственный рынок реализации медного концентрата (Китай).
Поддержка инвестиции со стороны иностранных партнеров.	Утечка высококвалифицированных кадров из-за низкой зарплаты.
Преимущества новых информационных и телекоммуникационных технологий для производства и для большинства работников.	Решение правительства в части установления налоговой нагрузки.

Основная цель нашей стратегии в развитии КОО “Предприятие Эрдэнэт”, заключается в повышении эффективности всех технологических модулей существующих производств и организации новых, посредством внедрения современных технологических процессов, направленных на диверсификацию продукции предприятия.

В подчинении этой цели разработаны приоритетные направления развития “Предприятие Эрдэнэт”, а именно:

Восполнение и увеличение минерально-сырьевой базы предприятия.

Реконструкция и модернизация существующих технологических модулей.

Строительство новых гидрометаллургических предприятий.

Что касается первого аспекта, то в настоящее время сырьевая база “Предприятие Эрдэнэт” складывается из запасов руды и металлов Северо-Западного участка месторождения, и в зависимости от конъюнктуры цен на медь оцениваются по руде от 662 млн.т до 1147 млн.т. с содержанием меди соответственно 0,56% и 0,45%. При этом периоды разработки месторождения, при существующей годовой мощности по переработке руды на

обогащительной фабрике – 25 млн.т составят, с учетом периода завершения, 30 и 50 лет соответственно.

Второй, предназначенный к разработке участок - Центральный значительно уступает по своим сырьевым ресурсам Северо-Западному и оценивается по руде – 130 млн.т. с содержанием меди в ней 0,43% или 600 тыс.т.

Вследствие ухудшения качества сырья предлагается осуществление геолого-разведочных работ в перспективных районах рудопроявлений с ежегодным финансированием 2 млн. долларов США. При этом геолого-разведочные работы для “Предприятие Эрдэнэт”, как вариант, предусматривается осуществлять за счет сторонних инвестиций.

В целом по сырьевой базе для развития предприятия ситуация обнадеживающая.

Второй и третий аспекты Приоритетных направлений рассматривались в технологической и экономической взаимосвязи, так как являются последовательными передаточными технологическими модулями по схеме от одного другому, по продукции от руды – концентрата до катодной меди, медной катанки, триоксида молибдена, молибденового порошка, рения.

По состоянию на сегодняшний день на предприятии выделяются следующие основные проблемы: истощение на этом месторождении ресурсов, ущерб от загрязнения окружающей среды, рост затрат на добычу и переработку сырья, низкие мировые цены, образование большого количества отходов (вскрышных пород) и др. Для анализа поставленных проблем, а также поиска оптимальных путей их решения, необходимо использовать экономическую модель оптимизации управления государственных корпораций с применением компьютерного моделирования, успешное применение которой было рассмотрено, например, в ^{17 18}. Одной из основных задач, традиционно привлекающей к себе пристальное внимание, является поиск эффективного механизма для увеличения чистой прибыли предприятия. Поскольку ресурсы истощаются, целесообразно рассмотреть параметры, характеризующие производственные подразделения Предприятия. В качестве таких характеристик можно выбрать коэффициент вскрыши рудника открытых работ и коэффициент обогатимости обогащительной фабрики,

¹⁷ Власов Д. А., Синчуков А. В. Потенциал Wolfram-технологий в построении и исследовании эконометрических моделей // Современные информационные технологии и ИТ-образование. – 2017. – Т. 13. – № 4. – С. 289-295.

¹⁸ Власов Д. А., Синчуков А. В. Теория игр в системе прикладной математической подготовки бакалавра экономики // Ярославский педагогический вестник. – 2017. – № 3. – С. 112-116.

горные массы, себестоимость медного концентрата и величину капиталовложений на развитие горно-обогачительных сооружений, а также добычу руды, содержание меди в руде и цену меди.

Коэффициент вскрыши представляет собой показатель, используемый при открытой разработке месторождений полезных ископаемых, и представляет собой отношение количества пустых пород к количеству полезного ископаемого. Данный коэффициент может быть вычислен по формуле:

$$K = V_{\text{в}} / V_{\text{и}}, \quad (1)$$

где – K – коэффициент вскрыши, доли ед.;

$V_{\text{в}}$ – объем вскрышных (пустых, относительно бедных по содержанию полезного компонента) пород, м³;

$V_{\text{и}}$ – объем полезного ископаемого в добываемом сырье, м³.

В свою очередь коэффициент обогатимости представляет собой способность полезных ископаемых к разделению на соответствующие продукты при их обогащении, которая зависит от контрастности разделительных признаков полезного ископаемого, а также от минерального состава, текстуры и структуры полезных ископаемых, и является технологической оценкой возможной полноты выделения полезных компонентов из руд путём их обогащения. Коэффициент обогатимости является обязательной характеристикой месторождений полезных ископаемых при оценке запасов и разработке технологических схем.

Анализ показывает, что в условиях исчерпания запасов месторождения и закрытия в перспективе рудника стратегическими направлениями деятельности горнодобывающего предприятия «Эрдэнэт» являются:

1. Переход к производству конечных продуктов с более высокой степенью переработки сырья с использованием руды и отходов обогащения, развитие инновационных процессов в сфере ресурсосбережения.

2. Повышение технического уровня основных производственных фондов в части использования ресурсов техногенного месторождения для поддержания объемов выпускаемой продукции.

3. Соединение инновационного и инвестиционного процессов модернизации и обновления основных фондов предприятия для получения прибыли при минимизации затрат на производство продукции.

Стратегической целью является определение оптимальной мощности предприятия с выходом на максимальные показатели технико-экономической и экологической эффективности с учетом изменившихся макроэкономических условий, учитывая истощение минеральной базы. Такой подход

включает в себя следующие организационно-экономические аспекты: расширение рудно-сырьевой базы предприятия, увеличение производственной мощности, получение товарной продукции с низкой себестоимостью, повышение полноты извлечения полезных компонентов, модернизация и реконструкция производства. Инвестиционные затраты для обеспечения вывода предприятия на заданный уровень производства продукции были определены с учетом существующей рудной базы, перерабатывающих мощностей.

Основными направлениями инвестиционных затрат являются: замена изношенного оборудования, обновление оборудования обогатительной фабрики, внедрение комплекса циклично-поточной технологии в карьере. При этом основными источниками финансирования инвестиционных затрат являются чистая прибыль и накопленные амортизационные отчисления. Это позволит с учетом вовлечения в хозяйственный оборот забалансовой руды и отходов обогащения снизить себестоимость товарной продукции.

Следует отметить, что участие предприятия в разработке и реализации ресурсосберегающих мероприятий, переработке и утилизации отходов можно рассматривать как одну из форм экологической и социальной ответственности бизнеса ¹⁹.

Приоритетной задачей при построении модели являлось изучение возможности получения дополнительной прибыли по сравнению с исходным состоянием производства при вовлечении в оборот забалансовой руды и отходов обогащения. Расчеты базировались на данных работы предприятия за 2005-2015 гг. и перспективных показателях развития на период до 2020 г. При этом показатели эффективности инвестиционных затрат на развитие производства на перспективу направлены на снижение издержек производства за счет увеличения объема производства в условиях модернизации предприятия.

Основная деятельность данного горнодобывающего комбината направлена на получение и реализацию запланированного объема медного, молибденового концентратов. Основными производственными подразделениями (цехами) предприятия являются рудник открытых работ, обогатительная фабрика, автотранспортное предприятие, а также ремонтно-механический завод. Поэтому в ходе исследования была выполнена также оценка

¹⁹ Потравный И.М., Даваахуу Н., Сухорукова И.В., Лихачев Г.Г. Экономико-математическая модель влияния экологических и производственных характеристик рудника на прибыль горнодобывающего предприятия на примере «Предприятия Эрдэнэт» Экономический анализ: теория и практика. 2017. Т. 16. № 9 (468). С. 1759-1777.

влияния изменения технических характеристик производственных подразделений на прибыль предприятия.

Рассмотрим зависимость чистой прибыли горнодобывающего предприятия «Эрдэнэт» от технических и экономических параметров, в частности, от коэффициента вскрыши на руднике открытых работ, коэффициента обогатимости на обогатительной фабрике, величины горной массы, капитальных вложений и себестоимости медного концентрата,

В табл. 1.1.2 показаны исходные данные для расчетов.

В последней строке приведены значения корреляции между величиной чистой прибыли и соответствующей величиной технического или экономического параметра предприятия. Анализируя эти величины, можно прийти к выводу, что высокая степень корреляции обнаруживается между чистой прибылью и коэффициентом обогатимости (0,92), горной массы (0,92), себестоимости медного концентрата (-0,88), коэффициентом вскрыши (0,83) и капиталовложений (0,70).

С остальными параметрами обнаруживается слабая степень корреляции, например, между чистой прибылью и добычей руды (0,08), содержанием меди в руде (0,43) и мировой ценой меди (-0,64), а значит, эти параметры слабо влияют на чистую прибыль и их можно исключить из дальнейшего рассмотрения.

Как следует из данной таблицы, чистая прибыль сильно зависит от коэффициента обогатимости, коэффициента вскрыши, горной массы, себестоимости медного концентрата и величины капиталовложений.

На рис 1.1.1 и 1.1.2 показаны динамика изменения коэффициента вскрыши рудника открытых работ и изменение коэффициент обогатимости обогатительной фабрики на предприятии за 2004-2015 гг.

Как видно на рис. 1 коэффициент вскрыши на руднике открытых работ за рассматриваемый период стабилизировался и составляет 0,66. В то же время коэффициент обогатимости на обогатительной фабрике после некоторого снижения в 2010-2011 гг. имеет некоторую тенденцию к росту.

Таблица 1.1.2.

Оценка показателей развития горнодобывающего предприятия «Эрдэнэт» с применением циклично-поточной технологии добычи и транспортировки руды из карьера

Год	Чистая прибыль, тыс. долл.	Коэффициент вскрыши,	Коэффициент обогатимости, т	Капитальные вложения на поддержание и развитие горно-обогатительного производства, тыс. долл.	Горная масса, млн. куб. м	Добыча руды, тыс. т	Содержание меди в руде, %	Себестоимость 1 т медного концентрата, долл. США	Мировая цена меди, долл.
2004		0,68	48,9	44500	18410	27920	0,609	268,35	2866
2005	143 360	0,73	49,1	45566	28650	27550	0,588	292,54	3679
2006	84 410	0,75	47,7	45008	18550	27090	0,594	610,28	6722
2007	48 656	0,69	46,6	39723	18780	27780	0,593	978,24	7119
2008	39 658	0,67	47,1	38930	19430	27750	0,574	1226,7	6956
2009	38 906	0,67	47	13643	15400	29200	0,565	772,67	5150
2010	40 815	0,65	47	9971	16370	27575	0,548	1280,3	7535
2011	37 052	0,66	45,9	3458	17150	29724	0,535	1140,3	8425
2012	36 429	0,66	46,1	6994	16500	27000	0,53	1284,6	8500
2013	36 178	0,66	46,1	11086	16500	26000	0,5	1290,1	7400
2014	35 414	0,66	46,3	6037	16500	25200	0,4	1295	6390
2015	35 573	0,66	46,3	4131	16500	25100	0,35	1310,1	5493
Корр		0,83	0,92	0,70	0,92	0,08	0,43	-0,88	-0,64

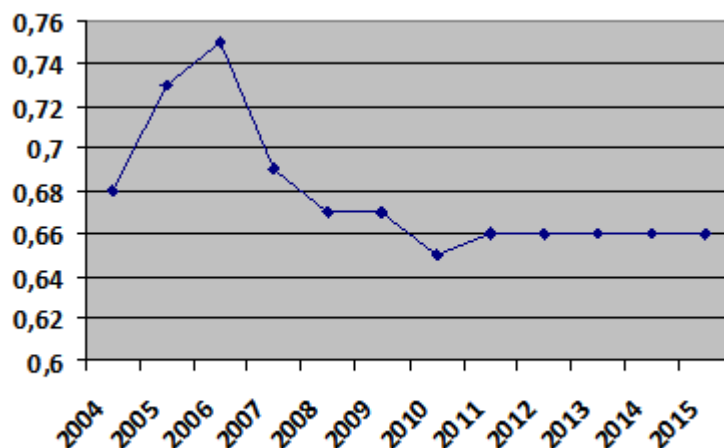


Рисунок 1.1.1. Коэффициент вскрыши рудника открытых работ, м³/ м³

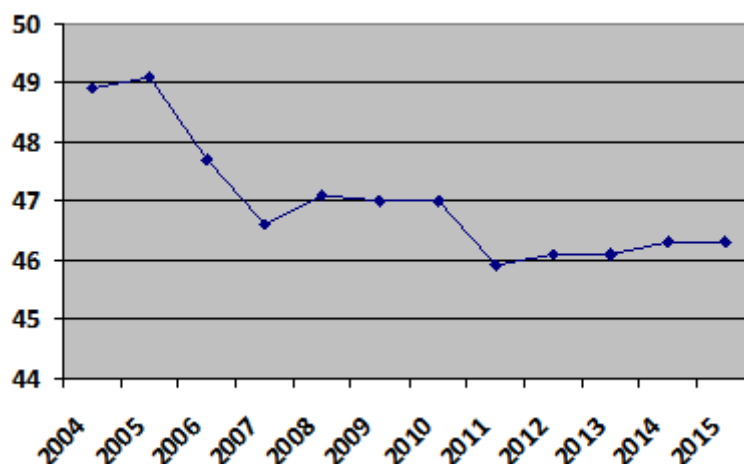


Рисунок 1.1.2. Коэффициент обогатимости обогатительной фабрики горнодобывающего предприятия «Эрдэнэт», т.

Как видно на рис 1.1.3, капитальные вложения на поддержание развития горно-обогатительного производства за рассматриваемый период значительно сократились, что в значительной мере связано с исчерпанием месторождения по добыче исходного сырья.

В то же время объем добычи горной массы на предприятии остается стабильным и составляет порядка 18 млн. млн. куб. м, рис. 1.1.4.

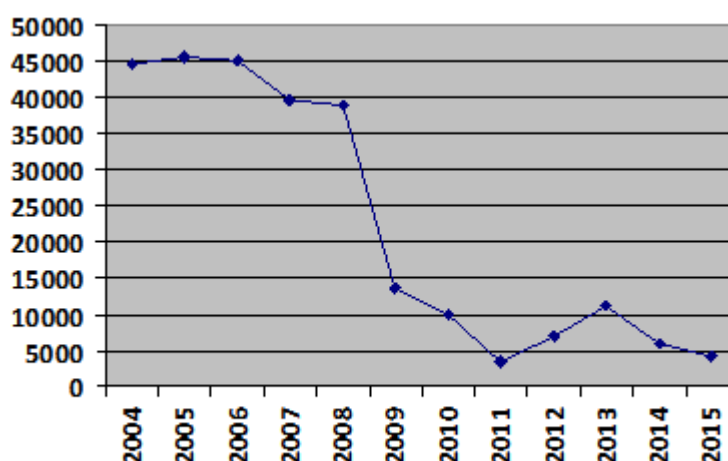


Рисунок 1.1.3. Капитальные вложения предприятия на поддержание и развитие горно-обогатительного производства, тыс. долл. США.

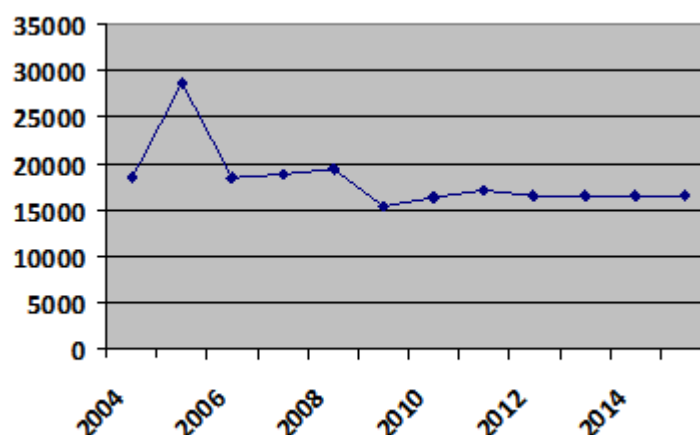


Рисунок 1.1.4. Добыча горной массы на предприятии «Эрдэнэт», млн. куб. м.

Следует отметить, что в связи с исчерпанием и истощением запасов природного сырья, усложнением условий добычи руды, необходимостью переработки значительно большего количества горной массы для получения единицы готовой продукции в условиях уменьшения содержания полезного компонента в руде, значительно возросла себестоимость 1 т медного концентрата на данном предприятии, рис. 1.1.5.

В этих условиях для оптимизации процессов природопользования в условиях закрытия в перспективе рудника предприятия обосновывается необходимость использования в производстве ресурсов техногенных месторождений, т.е. ранее накопленных отвалов забалансовой руды и отходов обогащения.

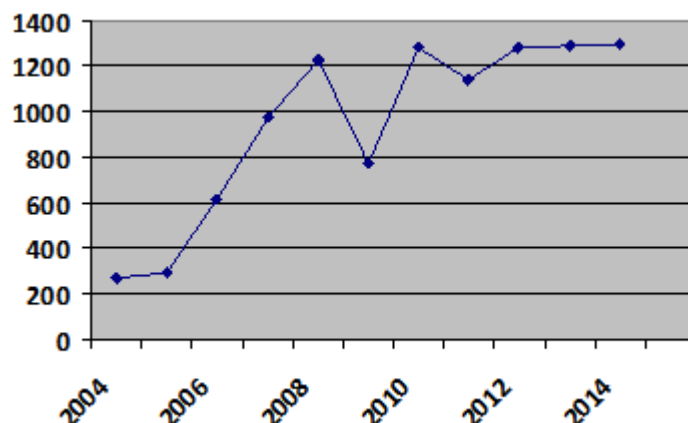


Рисунок 1.1.5. Себестоимость 1 т медного концентрата на предприятии «Эрдэнэт», долл. США.

Построим математическую модель, описывающую влияние коэффициента вскрыши (x_1) и коэффициента обогатимости (x_2), горной массы (x_4), себестоимости медного концентрата (x_5) и величины капиталовложений (x_3) на величину чистой прибыли Y . Для этого применим методы линейного регрессионного анализа и используем многопараметрическую линейную регрессию:

$$Y = a + b * x_1 + c * x_2 + d * x_3 + e * x_4 + f * x_5, \quad (2)$$

Линейный регрессионный анализ данной эколого-экономической проблемы заключается в подборе графика для набора наблюдений с помощью метода наименьших квадратов. Регрессионный анализ позволяет установить функциональную зависимость между случайной величиной Y (в нашем случае это чистая прибыль) и влияющими на Y величинами X_i (это значения коэффициента вскрыши (x_1) и коэффициента обогатимости (x_2), горной массы (x_4), себестоимости медного концентрата (x_5) и величины капиталовложений (x_3)). Для оценки степени связи между величинами используется коэффициент множественной корреляции R (корреляционное отношение) Пирсона, который может принимать значения от 0 до 1. Значение $R=0$, если между величинами нет никакой связи, и $R=1$, если между величинами имеется функциональная связь, величина R^2 называется коэффициентом детерминации.

R -квадрат – коэффициент детерминации R^2 ; вычисляется как отношение суммы квадратов регрессии SSR к полной сумме квадратов SST :

R^2 = сумма квадратов регрессии / полная сумма квадратов = SSR/SST .

Полная сумма квадратов (SST) равна сумме квадратов разностей между наблюдаемыми фактическими значениями переменной Y и ее средним значением:

$$SST = \sum_{i=1}^n (Y_i - \bar{Y})^2 \quad (3)$$

Сумма квадратов регрессии (SSR) равна сумме квадратов разностей между предсказанными теоретическими значениями переменной Y и ее средним значением:

$$SSR = \sum_{i=1}^n (\hat{Y}_i - \bar{Y})^2 \quad (4)$$

Множественный R – это корень из коэффициента детерминации R^2 , другое название этого показателя – индекс корреляции, или множественный коэффициент корреляции. Нормированный R -квадрат вычисляется по формуле:

$$\frac{(n-1) \cdot R^2 - k}{n - k - 1} \quad (5)$$

где: n – количество значений переменной Y , k – количество столбцов во входном интервале переменной X (в нашем случае $n=11$, $k=5$).

В столбце Коэффициенты, записаны значения коэффициентов функции регрессии, при этом в строке Y -пересечение записано значение свободного члена a .

После вычислений получим для параметров линейной регрессии, табл. 1.1.3:

Таблица 1.1.3

Регрессионная статистика

<i>Регрессионная статистика</i>		<i>Коэффициенты</i>	
Множественный R	0,995995	Y-пересечение	-873985
R-квадрат	0,992005	Переменная X 1	515073,5
Нормированный R-квадрат	0,984011	Переменная X 2	10641,59
Стандартная ошибка	4215,98	Переменная X 3	-0,68873
Наблюдения	11	Переменная X 4	5,25162
		Переменная X 5	-2,79655

отсюда $a = -873985$, $b = 515073,5$, $c = 10641,59$, $d = -0,68873$, $e = 5,25162$, $f = -2,79655$, а $R^2 = 0,99$.

Тогда подставим значения коэффициентов в (2) и получим:

$$Y = -873985 + 515073,5 * x_1 + 10641,59 * x_2 - 0,68873 * x_3 + 5,25162 * x_4 - 2,79655 * x_5, \quad (3)$$

и эта формула (3) показывает, что выбранная модель очень точно описывает зависимость чистой прибыли от коэффициента вскрыши и коэффициента обогатимости, горной массы, себестоимости медного концентрата и величины капиталовложений, табл. 1.1.4.

Таблица 1.1.4

Теоретическая и фактическая чистая прибыль горнодобывающего предприятия, тыс. долл. США

Год	Потенциальная (теоретическая) чистая прибыль	Фактическая чистая прибыль
2005	142 778	143 360
2006	84 636	84 410
2007	45 845	48 656
2008	44 129	39 658
2009	40 586	38 906
2010	36 488	40 815
2011	38 907	37 052
2012	34 783	36 429
2013	31 949	36 178
2014	37 541	35 414
2015	38 811	35 573

На рис. 1.1.6 показана построенная линии чистой прибыли по результатам расчетов.

Значение $R^2=0,99$ показывает на очень точное описание выбранной моделью фактических данных и на сильное влияние коэффициента вскрыши и коэффициента обогатимости, горной массы, себестоимости медного концентрата и величины капиталовложений на чистую прибыль. Формулы (2) и (3) могут быть использованы для анализа, прогнозов и оценок потенциальной чистой прибыли, которую можно получить.

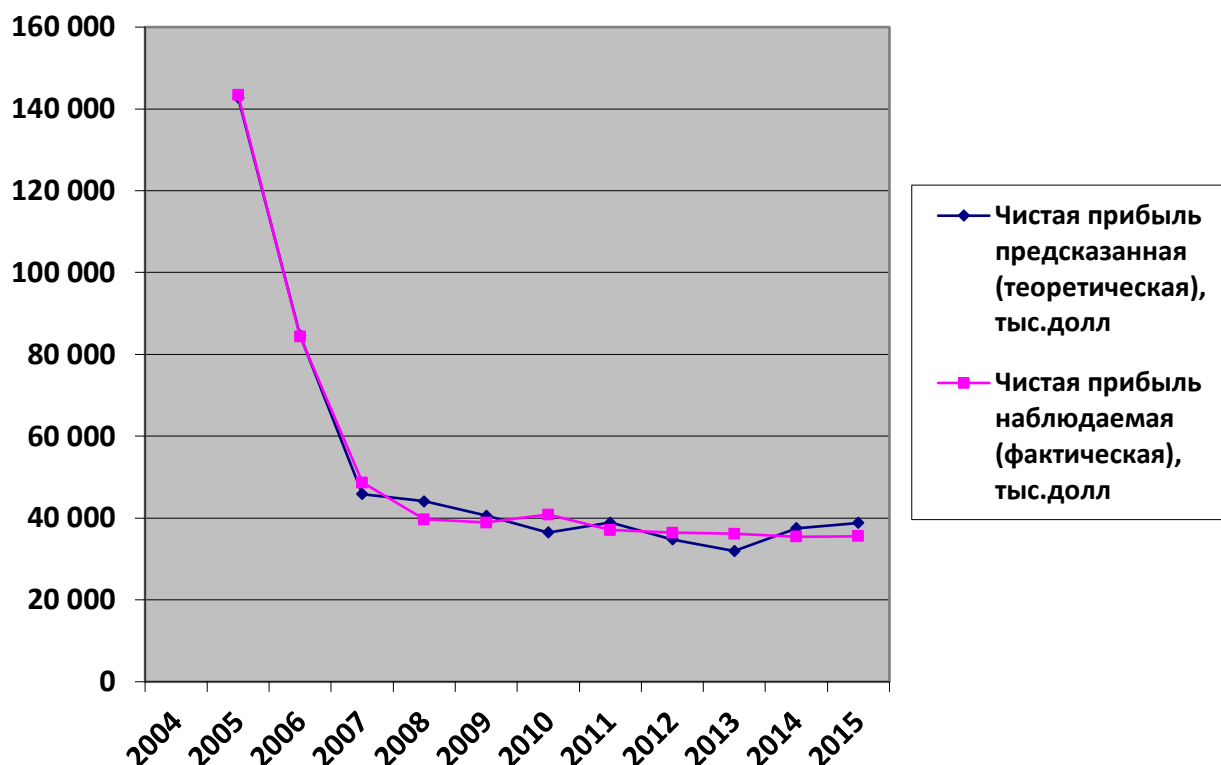


Рисунок 1.1.6. Теоретическая и фактическая линии чистой прибыли на горнодобывающем предприятии

Рассчитаем значения прогнозируемой максимальной теоретической чистой прибыли и прогнозируемой минимальной теоретической чистой прибыли, а также прогнозируемое среднее значение теоретической чистой прибыли, и занесем данные в табл. 1.1.5.

Таблица 1.1.5

Значения прогнозируемых максимальной, минимальной и средней теоретической чистой прибыли, тыс. долл. США.

Чистая прибыль максимальная	Чистая прибыль минимальная	Чистая прибыль средняя
150 235	27 005	53 198

Прогнозируемая максимальная теоретическая чистая прибыль – это значение чистой теоретической прибыли, рассчитанное по формуле (3) при максимальном значении всех рассмотренных параметров (x_1 ; x_2 ; x_3 ; x_4 ; x_5 принимают максимальное значение).

Прогнозируемая минимальная теоретическая чистая прибыль – это значение чистой теоретической прибыли, рассчитанное по формуле (3) при

минимальном значении всех рассмотренных параметров (x_1 ; x_2 ; x_3 ; x_4 ; x_5 принимают минимальное значение).

Прогнозируемая средняя теоретическая чистая прибыль – это значение чистой теоретической прибыли, рассчитанное по формуле (3) при среднем значении всех рассмотренных параметров (x_1 ; x_2 ; x_3 ; x_4 ; x_5 принимают среднее значение). На основе фактических и расчетных данных из табл. 1.1.4 и табл. 1.1.5 построим графики для прогнозируемой максимальной теоретической чистой прибыли и прогнозируемой минимальной теоретической чистой прибыли, а также прогнозируемое среднее значение теоретической чистой прибыли, рис. 1.1.7.

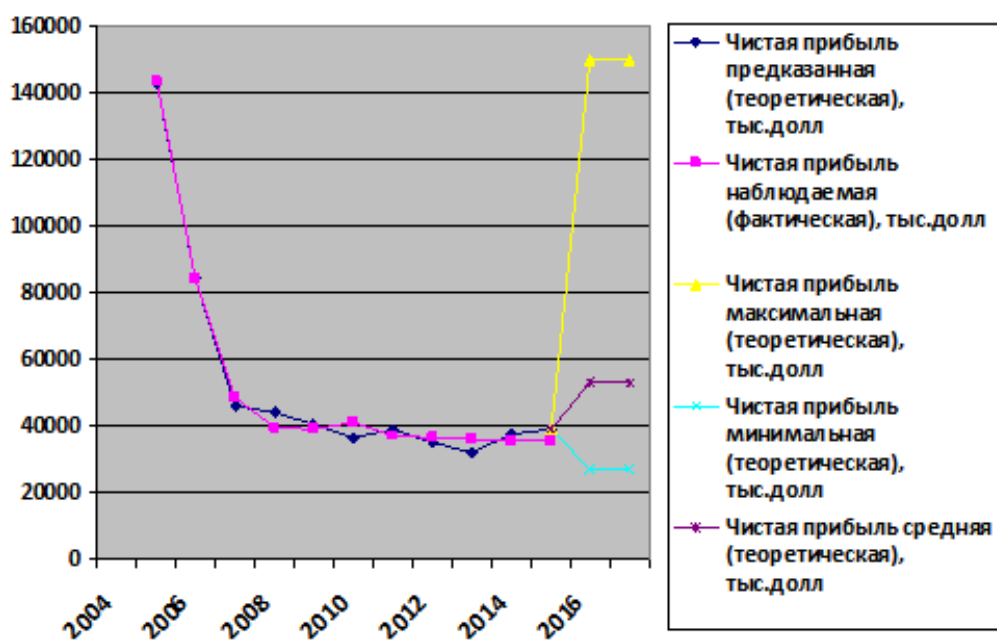


Рисунок 1.1.7. Графики линий прогнозов для максимальной, минимальной и средней чистой прибыли

Из этого графика видно, что на изменение теоретической (прогнозируемой) чистой прибыли сильное влияние оказывает изменение значений коэффициента вскрыши и коэффициента обогатимости, а также добыча горной массы, капиталовложений и себестоимости медного концентрата. Такой подход отражает перспективность стратегии горнодобывающего предприятия по использованию вскрышных пород и отходов обогащения для получения полезной продукции в условиях исчерпания месторождения и закрытия рудника горных работ. Для оценки уровня вовлечения ресурсов техногенных месторождений в хозяйственный оборот, использования забалансовой

руды и отходов обогащения на предприятии может быть использована процедура экологического аудита .

На изменение прибыли сильное влияние оказывает изменение значений коэффициента вскрыши и коэффициента обогатимости, а также добыча горной массы, капиталовложений и себестоимости медного концентрата.

Таким образом, увеличение прибыли может быть получено с ростом коэффициента вскрыши на руднике открытых работ, т.е. с вовлечением в экономический оборот ресурсов техногенных месторождений и коэффициента обогатимости на обогатительной фабрике, а также горной массы и уменьшении капиталовложений и себестоимости медного концентрата.

Глава 1.2. Использование искусственно-естественных геохимических барьеров на полигонах твёрдых отходов в условиях северо-запада России для задач ресурсосбережения

1.2.1. Постановка и состояние проблемы

Отходы производственной и бытовой деятельности – неизбежный продукт человеческой цивилизации, загрязняющий окружающую среду. Они по физическому состоянию могут быть твёрдыми, жидкими, газообразными и волновыми. Ясно, что твёрдая фаза отходов порождает наименее мобильные и наиболее долговечные загрязнения. Твёрдые отходы по происхождению могут подразделяться на производственные (в основном промышленные) и бытовые. Промышленные твёрдые отходы (ТПО) образуются от конкретной экономической деятельности и вследствие этого на каждом конкретном предприятии относительно однородны (гомогенны) по объёму и составу. Однако в территориальном плане их характеристики сильно, на порядок, разнятся – соответственно развитию в конкретной местности тех или иных производств.

К твердым коммунальным отходам (ТКО) относятся: отходы, образующиеся в жилых и общественных зданиях, торговых, зрелищных, спортивных и других предприятиях (включая отходы от текущего ремонта квартир), отходы от устройств местного отопления, опавшие листья, собираемые с дворовых территорий, и крупногабаритные отходы. Они, как правило, территориально более постоянны по объёму и составу, но и более сложны, чем производственные, при обращении с собой. Поэтому утилизация именно бытовых твердых отходов представляет собой более серьёзную комплексную проблему экологического, технического и экономического характера²⁰.

Актуальность проблемы утилизации твёрдых бытовых и промышленных отходов не нуждается в особых доказательствах. Достаточно сказать, что в России с 1985 г. удельный объём твёрдых отходов на единицу ВВП как в физическом, так и в стоимостном выражении вырос в 5-6 раз. Современный расчётный норматив только бытовых твёрдых отходов в крупных

²⁰ См.: Методические основы оценки и регламентирования антропогенного влияния на качество поверхностных вод / под ред. проф. А.В. Караушева. - Л.: Гидрометеиздат, 1987. - 350 с.; Об отходах производства и потребления в Российской Федерации: Федеральный Закон от 24 июня 1998 г. № 89-ФЗ.

городах достигает 0,5 т/чел.·год. Главные причины роста количества твёрдых отходов в России следующие:

1. Кардинальные изменения в структуре ВВП со смещением её в сторону малотоннажных производств группы Б и сектора услуг, что сопровождалось значительным ростом транспортно-логистических цепочек, сопутствующих производств, самого числа предприятий при уменьшении среднего размера последних.
2. Резкое снижение доли оборотной тары и других вторичных ресурсов, ранее утилизируемых на государственном уровне.
3. Рост импорта с соответствующим ростом объёма упаковки на единицу продукции.
4. Технологические изменения, в частности, резко возросший удельный объем алюминия, пластика и других трудноразлагающихся материалов во всех видах продукции, тары и упаковки.

Достаточно большой объём отходов, особенно ТБО, скапливается также на стихийных, незаконных и необорудованных свалках, без надлежащего захоронения.

Актуальность проблемы отходов для России подтверждена принятием в 2014 г. новых существенных (110-страничных!) дополнений в Закон об отходах производства и потребления, вступившими в силу с начала 2016 г. Этим документом, в частности, вводится новый инструмент стимулирования их переработки – утилизационный сбор, а также новый институт - «региональных операторов» по обращению с твёрдыми отходами, которые должны быть созданы в каждом субъекте Российской Федерации²¹.

подавляющая часть твердых отходов (в среднем 98,5% по массе) - это отходы низких (IV-V) классов опасности. Загрязняться ими могут все природные среды Земли: почвы, грунты, поверхностные и подземные воды, атмосферный воздух. Эти загрязнения можно рассматривать, как расходование соответствующих природных ресурсов.

Помимо природных, при утилизации твёрдых отходов могут расходоваться другие виды ресурсов, как-то:

- энергетические, в том числе топливо (на перевозку и захоронение отходов);

²¹ Доклад о состоянии и охране окружающей среды Вологодской области в 2005 году / Правительство Вологодской области, департамент природных ресурсов и охраны окружающей среды Вологодской области. Вологда, 2006. 199 с.

- овеществлённый труд (в виде амортизации машин и механизмов, стоимости технологий и инноваций), непосредственно трудовые ресурсы;
- финансовые ресурсы, как обезличенное выражение всех иных ресурсов.

Основные способы утилизации твёрдых отходов сводятся к их захоронению либо переработке. Выбор способа утилизации отходов в значительной мере обусловлен ресурсоёмкостью того или иного способа. Захоронение на полигонах (ПТО) в наибольшей степени требует расхода *земельных* ресурсов, прежде всего в качестве пространственного базиса размещения полигонов. Поэтому выбор захоронения либо переработки отходов во многом обуславливается стоимостью земли в данном регионе. В частности, в России основным методом утилизации ТБО остается и неизбежно будет оставаться, несмотря на требования нового законодательства, складирование на полигонах. Это обусловлено относительным обилием земельных ресурсов и невысокой стоимостью земли, а также строительства полигонов, по сравнению с другими способами²². Для твёрдых *промышленных* отходов это практически единственный применяемый способ утилизации

Такие способы утилизации, как уплотнение с захоронением в герметичной таре, газификация, сжигание, в том числе в кипящем слое, пиролиз, сортировка и последующая переработка на вторсырьё, и т. д. - всего не менее 20 технологий, в основном сводящихся к вторичному использованию отходов - применяются ограниченно. Это вызвано, как правило, их большей стоимостью, в частности – ресурсоёмкостью.

Соблюдение необходимых требований к строительству и эксплуатации полигона позволяет обеспечить достаточную экологическую безопасность окружающей среды. При использовании захоронения одним из наиболее важных моментов является обоснованный выбор земельного участка и требуемой площади для строительства полигона.

Полигоны твёрдых отходов – это открытые объекты, и их размещение, проектные характеристики, условия эксплуатации зависят от природных факторов: физико-географических, климатических, гидрогеологических, состава грунтов и почв. Поэтому одним из основных способов снижения капиталоемкости полигонов твёрдых отходов и сбережения ресурсов, в первую очередь природных, и в том числе земельных, при их обустройстве будет максимально полное изучение, учёт и использование конкретных природных условий данной местности. Эта задача главным образом ложится на

²² См.: Трушин Б.В. Формирование загрязнения подземных вод на участках коммунальных свалок Московского региона / Б.В.Трушин.- Автореф...к.г.мн. М.: МГУ, 1994. С. 20

проектно-изыскательские работы (ПИР), особенно на стадию инженерных изысканий²³.

Как показывает практика, наиболее уязвимыми элементами окружающей среды при утилизации отходов являются элементы гидросферы. В частности, в США 75% из имеющихся 55000 свалок являются загрязнителями грунтовых вод. В России 12% участков загрязнения подземных вод связаны со сточными водами и твердыми отходами объектов коммунального хозяйства, с неорганизованными местами сброса хозяйственно-бытовых отходов и с неканализованными жилыми застройками. Наибольшее количество участков загрязнения подземных вод расположено на территории Приволжского (32%), Сибирского (24%); Южного (15%) и Центрального (13%) федеральных округов.

Во влажном климате, характерном для большей части России, неблагоприятное воздействие ПТО на окружающую среду усиливается с образованием, при прохождении атмосферных осадков через толщу отходов и при сопутствующих микробиологических процессах, сильно загрязнённого «*фильтрата*» - тёмной мутной жидкости, обогащённой поллютантами. Фильтрат, попадая в грунтовые воды, определяет разнос загрязняющих веществ. Очевидно, что при недостаточной гидроизоляции площадки захоронения фильтрат будет попадать в водоносные горизонты и поверхностные воды. Основных способов гидроизоляции два: глиняный либо пластиковый экран.

Для условий гумидного климата юго-восточного Китая были проведены натурные исследования процесса миграции, фильтрата с полигона на протяжении 17 лет в глинистых грунтах, на глубинах около 9 м. Маркерами загрязнения служили наиболее быстро мигрирующие высокорастворимые ионы: хлоридов, натрия и др. Максимальное проникновение зафиксировано для хлоридов (3 м в случае простой диффузии). Для всех исследованных ионов установлено большее значение механического разноса, чем молекулярной диффузии. С помощью математического моделирования исследованы разнообразные факторы миграции поллютантов, однако для всех взаимодействий показано, что эффективность глиняного экрана сильно растёт в основном лишь до толщины 1 м.

Процессы образования фильтрата на ранних стадиях жизни полигона в связи с накоплением вод постоянно привлекают внимание многих десятков исследователей. Строятся довольно сложные теоретические

²³ См.: Перельман А.И. Геохимия ландшафта / А.И. Перельман, Н.С. Касимов. М.: Интеграция, 1999. С. 76; Природа Вологодской области // ред. В.А. Воробьев. Вологда: Издательский дом «Вологжанин», 2007. С. 44.; Природа Ленинградской области и ее охрана. Л.: Лениздат, 1983. С. 34

химические модели, основанные на уравнениях движения жидкостей в пористых средах, затухающего потока загрязнений, равновесных реакций, биогеохимических эффектах в почвах, кинетики реакций и т.д. вплоть до использования принципов Бен-Робинсона и Гиббса²⁴.

Например, в Италии предложен новый программный продукт для расчёта объёма образующегося фильтрата на основе модели водного баланса, апробированный на 4 действующих ПБО, где получена хорошая сходимость с данными наблюдений. Ключевые параметры модели – влажность отходов и показатель их сжатия. Однако выход и состав фильтрата подвержен и сезонным, и погодным изменениям (дожди, влажность воздуха), что усложняет численное решение моделей и прогнозирование.

В связи с процессами образования фильтрата необходимо уделять большое внимание особенностям физических свойств свалочных масс и перекрывающих глинистых экранов. Например, необычно большой по сравнению с простыми моделями объём фильтрата в Китае (что характерно и для российских полигонов, особенно в Санкт-Петербурге – см. ниже) объясняется ускоренной поровой фильтрацией под действием веса быстро поступающих отходов.

Согласно требованиям действующих нормативных документов России, современный полигон должен представлять собой высокотехнологичное природоохранное сооружение с многоуровневой системой защиты природных сред и населения от негативного воздействия отходов. При этом основное внимание и соответственно основные расходы приходятся на защиту именно водных ресурсов, прежде всего грунтовых вод. Самым дорогостоящим по исполнению требованием к полигону является сооружение в его основании водонепроницаемого экрана.

Типичный комплекс работ при строительстве и эксплуатации полигона включает (снизу вверх в пространстве и последовательно по времени):

- 1) выемка котлована;
- 2) уплотнение природных грунтов;
- 3) укладка первого экрана (как правило, глиняного замка), перекрывающего приток природных грунтовых вод в котлован;

²⁴ См.: Глазовская М.А. Методологические основы оценки эколого-геохимической устойчивости почв к техногенным воздействиям / М.А. Глазовская. Москва: Изд-во МГУ, 1997. С. 10; Гольдберг В.М. Гидрогеологическое обоснование размещения полигонов промышленных отходов / В.М. Гольдберг // Геоэкология. Инженерная геология. Гидрогеология. Геокриология. 1995. № 3. С. 43.; Ахмедов, А.Э. Формирование системы управления отходами в Российской Федерации / А.Э. Ахмедов, О.И. Ахмедова, М.А. Шаталов // Проблемы рекультивации отходов быта, промышленного и сельскохозяйственного производства: IV международная научная экологическая конференция. Краснодар, 2015. С. 718.; Единая политика обращения с отходами в Санкт-Петербурге и Ленинградской области / ред. С.Г. Инге-Вечтомов, Ю.С. Скорик, Т.М. Флоринская. - СПб.: НИИХимии СПбГУ, 2000. С. 15.

- 4) создание промежуточного фильтрующего слоя (песок);
- 5) укладка второго экрана (как правило, геосинтетические материалы - пластик);
- 6) балластировка щебнем;
- 7) второй фильтрующий слой с дренажом и системой отвода и сбор фильтрата;
- 8) создание боковых кавальеров из низкопроницаемых (глинистых) грунтов и опоясывающей системой водоотведения, в идеале двойной;
- 9) укладка и уплотнение непосредственно тела отходов с промежуточными глиняными экранами, устраиваемыми через 0,5 м;
- 10) консервирующий верхний глиняный замок;
- 11) окончательная техническая и биологическая рекультивация.

На практике вся эта последовательность работ *практически никогда не выдерживается*. Прежде всего это вызвано высокой стоимостью работ, особенно создания пластикового экрана, и длительным периодом окупаемости объекта, что неприемлемо для частного инвестора в современных экономических реалиях России.

Преимуществом полимерных экранов считается то, что они позволяют практически полностью пресечь попадание фильтрата в грунт. Однако последние исследования показали, что фильтрат в поверхностные и подземные воды выделяют абсолютно все полигоны. Даже пластиковые экраны толщиной 2,5...10 мм, применяемые в США, допускают протечки жидкостей и газов через поры и механические повреждения. Чем старше полигоны, тем трещины в экранах шире. Так, в 2000 г., по данным сайта фирмы LLSI, 82% полигонов имели пробоины в экранах.

Но главным недостатком полимерных экранов является их высокая стоимость. Так, в России в ценах 2008 г. средняя стоимость строительства 1 кв. м. полимерного экрана составляет 212 руб., сооружение глиняного экрана обходится в среднем в 27 руб. за кв. м.. При прочих равных условиях устройство водонепроницаемого экрана из геосинтетических материалов влечет увеличение капитальных вложений на 142,4%²⁵.

Что касается глинистых экранов, то они дешёвы, благодаря своей дешевизне широко используются во многих южных странах и в России, но не

²⁵ См.: Разнощик В.В. Защита грунтовых вод на полигонах для твердых бытовых отходов / В.В. Разнощик, Н.Ф. Абрамов // Санитарная очистка городов и охрана окружающей среды. М.: АКХ им. К.Д. Панфилова, 1983. С. 22.; Тагилов М.А. Противофильтрационная защита оснований полигонов захоронения твёрдых бытовых отходов / М.А. Тагилов. - Автореферат... ктн.- Пермь: ПГУ, 2002. 22 с.; Труфанов А. И. Геохимия окружающей среды: Учебное пособие / А. И. Труфанов.- Вологда: ВоГТУ, 2000.С. 91.

езде возможны. Их свойства в России нормируются «Инструкцией...», согласно которой слой связанного грунта в основании котлована должен иметь коэффициент фильтрации не более 0,0086 м/сут и толщину не менее 0,5 м.

Глиняные экраны, как и пластиковые, не являются абсолютно непроницаемыми, особенно в аридном климате. В последнее время работа глиняных экранов стала предметом детальных исследований. Так, в Мадридском регионе было исследовано состояние 15 крупных полигонов и в качестве показательного - крупнейшего ПТО Мадрида, перекрытого глиняным экраном 20 лет назад. Мониторинг перекрывающих грунтов и грунтов зоны разгрузки полигона показывает, что их загрязнение с годами ухудшается, повсеместно и в почвах, и в водах фиксируются высокие концентрации тяжелых металлов, анионов-маркеров (сульфаты, хлориды и нитраты), ароматических и алифатических углеводородов, и инсектицидов, например линдана. В половине образцов воды ХПК превышает 150 мг/л. На некоторых полигонах обнаружены следы фенолов, в том числе высокие концентрации хлорфенола и пентахлорфенола, и т. д. Всё это обуславливают сложности как озеленения систем ПТО, так и восстановления их склонов и окружающих наземных экосистем в зонах разгрузки, риски для здоровья экосистем, людей, домашних и диких животных, живущих вблизи этих полигонов.

Химико-математические модели показывают, что обменная ёмкость катионов на глиняных экранах падает от свинца к цинку, а среди анионов в щелочных условиях наибольшую подвижность показывает хлорид-ион, облегчающий транспортировку катионов тяжёлых металлов. Однако, несмотря на эти детали химии экранов, все авторы признают главным свойством глиняного экрана его *механическую непроницаемость* - экран не должен нарушаться механически. В то же время прямые эксперименты в Испании показывают, что глиняный экран мощностью 0,5 м в условиях ненарушенного залегания на глубине *со временем во много раз снижает обменную ёмкость и коэффициент фильтрации* от величин порядка 10^{-7} м/сут вследствие снижения механической диффузии (модель создавалась для 20-летнего полигона).

Помимо природных глиняных экранов и вновь создаваемых механически (при строительстве полигона, т.е. природно-техногенных), во многих странах с теплым климатом, особенно в КНР, активно проводятся исследования по созданию искусственных способов очистки грунтовых вод, загрязненных свалочным фильтратом, и соответствующих долговременных барьеров. В одном из вариантов для этого предложены фильтрующие колонны с разнозернистыми пассивным железом, активированным углем и цеолитом,

эффективность которых для удаления органических загрязнений (особенно ароматических УВ) доказана. Дешевизна указанных веществ позволяет создавать из них сплошной фильтрующий экран под телом свалочных масс, моделирование показывает, что при толщине 3,1 м он будет надежен по меньшей мере 10 лет. Ещё варианты в этом направлении – песчано-бентонитовые смеси с природной глиной, или смеси с битумами, сопоставимые по эффективности с пластиковыми экранами²⁶.

В связи с формированием природно-техногенных экранов проблема защиты природных сред может быть расширена до ресурсовосстановления и получения полезной продукции из отходов. Так, хорошо известна добыча биогаза на ПТО. Более общим проблемам биоресурсов посвящена недавняя статья, где показано, что их получение из фильтрата – вопрос в основном устойчивого управления. Например, для получения электроэнергии предложены био-электрохимические системы, использующие энергию окисления органики с помощью управляемого ионного переноса. Те же системы с добавлением осмотических восстанавливают из фильтрата качественную воду.

Мониторинг загрязнения подземных вод ведется с помощью обязательных на полигонах наблюдательных скважин. Однако качество наблюдений и в США, и в России часто очень низкое. Скважины зачастую располагаются или только непосредственно возле полигона, или выше по течению подземных вод. Но их необходимо размещать между полигоном и ближайшим водным объектом.

Таким образом, современные исследования загрязнения водной среды полигонами твёрдых отходов движутся в двух основных направлениях. С одной стороны, разрабатываются методы изучения *естественных процессов* загрязнения, в том числе социально-экологические, экономические, математические, химические и другие модели эволюции фильтрата, которые, впрочем, редко дают надежные прогнозы загрязнений. С другой стороны, предлагаются различные технологии искусственного экранирования загрязнений и их ликвидации (очистки вод). При этом природные свойства окружающей ПТО среды обычно воспринимаются, как данность, изменить которую можно только искусственно с определенными затратами. Реже привлекают внимание исследователей *естественно-искусственные*

²⁶ См.: Тагилов М.А. Противофильтрационная защита оснований полигонов захоронения твёрдых бытовых отходов / М.А. Тагилов. Автореферат... ктн.- Пермь: ПГУ, 2002. 22 с.; Труфанов А. И. Геохимия окружающей среды: Учебное пособие / А. И. Труфанов.- Вологда: ВоГТУ, 2000. 91 с.; Трушин Б.В. Формирование загрязнения подземных вод на участках коммунальных свалок Московского региона / Б.В.Трушин. Автореф...кгмн. М.: МГУ, 1994. С. 20.; Фортескью Дж. Геохимия окружающей среды / Дж. Фортескью. М.: Прогресс, 1985. С. 36.

процессы изменения в грунтах и водах вокруг полигонов твердых отходов, в частности геохимических барьеров, кольматации и оглеения.

Обобщая имеющуюся практику и результаты теоретических исследований, крупнейшие американские специалисты по твердым отходам Ли и Джонс-Ли²⁷ подразделяют все полигоны в зависимости от выбранной стратегии борьбы с фильтратом на два типа: 1) динамически устойчивый («контролируемый биореактор») и 2) захороненный («сухой», ранее известный, как «сухая могила»). Кроме того, предлагается сравнивать хорошо спроектированные и управляемые полигоны обоих типов (подразумеваются американские полигоны) с полигонами «развивающихся» стран (подразумеваются недоразвитые страны), условно относимыми к третьему типу.

Первый тип («биореактор») разработан для достижения стабилизации в течение 30...50 лет преимущественно для малоопасных биоразлагаемых отходов. Биоразложение в нём ускоряется рециркуляцией воды и фильтрата через свалочные массы. Чаще всего это достигается распылением фильтрата по поверхности, что сопровождается его потерями на испарение. Этот тип полигонов предусмотрен во многих странах Мира, включая США, Канаду, Южную Америку и Африку, ЕС, Японию, Австралию и Новую Зеландию, однако реально количество таких полигонов невелико. Для полигонов этого типа в США разработаны гидрогеологические требования, сводящиеся к достижению коэффициентов фильтрации не более 3...10 м/год (порядка 10^{-2} м/сут), что сопоставимо с естественной фильтрацией в суглинистых грунтах. Вместе с рядом преимуществ (управляемость и соответствующая проектируемость, постоянные объемы жидкости и получаемого биогаза и др.) такие полигоны предъявляют определенные требования к составу, влажности и количеству отходов, и имеют ряд проблем, в частности, утечки фильтрата по склонам.

Захороненные (сухие) полигоны, концепция которых известна в России как «сухая могила», нацелены на сохранение отходов в сравнительно сухом виде выше горизонта грунтовых вод на длительное время с максимально возможным предотвращением биоразложения и образования фильтрата и биогаза. Этот тип полигонов предназначен как для опасных, так и для малоопасных отходов и наиболее распространен в США и Франции. Управление по охране окружающей среды (EPA) и государственные учреждения по борьбе с загрязнением рекомендуют именно этот тип ПТО, при

²⁷ См.: Jones-Lee, A. Appropriate Use of MSW Leachate Recycling in Municipal Solid Waste Landfilling / A. Jones-Lee, G. F. Lee // Proceedings Air and Waste Management Association. 93-rd national annual meeting. - CDrom paper 00-455. - Pittsburgh, PA: June 2000. - <http://www.gfredlee.com/nwqmcl.html>

том, чтобы санитарные свалки располагались выше горизонта грунтовых вод. Однако критика концепции «сухой могилы» в последнее время возрастает. Утверждения о возможности изоляции загрязнений в «сухой могиле» основаны на неточной информации о характере веществ и процессов, которые происходят внутри полигона. Как показано данными авторами, процессы на свалках, которые приводят к формированию фильтрата, достаточно однотипны вне зависимости от положения уровня грунтовых вод, и возможны многочисленные механизмы, препятствующие длительной защите охраны подземных вод "сухой могилы". По существу, «сухая могила» является временной мерой, которая призвана лишь отсрочить загрязнение подземных вод фильтратом. Отсюда вытекают тенденции загрязнения последних и неспособность типичных программ мониторинга подземных вод обнаружить миграцию фильтрата из свалки и предотвратить загрязнение грунтовых вод до того как произойдет широкое загрязнение. Расчётное время жизни таких «могил» достигает сотен лет, за которые возникают заметные объёмы фильтрата и опасность его распространения, в том числе из-за вероятных повреждений экрана. Кроме того, возникают проблемы неопределённости эволюции полигона и управления им на столь долгое время. Поэтому последние федеральные правила (US EPA, 1991) в минимальные требования к оснащению полигонов и слой уплотнённой почвы, и пластиковый экран, и систему для удаления фильтрата.

Полигоны в развивающихся странах, выделяемые Ли в третий тип, характеризуются преобладанием пищевых и растительных отходов и небольшим содержанием токсичных материалов. Соответственно здесь требования к экранам полигонов могут быть ниже, чем в индустриальных странах, и они действительно везде очень разнятся. Жесткость законодательства также в целом намного ниже, чем в Европе или в США. Большинство полигонов третьего типа можно отнести к типу «открытой свалки», проработанные конструкции с экранами и барьерными системами встречаются редко, и в целом управление отходами не является приоритетом развивающихся экономик. Часто встречаются свалочные копатели, намеренно разрушающие покрытие полигона в поисках предметов, годных для повторного использования, вплоть до еды, и живущие целыми семьями, а иногда и деревнями, на доходы со свалки. По мере роста и развития городов растущие проблемы охраны окружающей среды от свалок заставляют вводить всё больший контроль над полигонами, включая требования к естественным и синтетическим экранам, некоторые формы управления фильтратом и биогазом.

Применительно к вышеизложенному Россия в целом занимает промежуточное положение в отношении развитости системы управления отходами. С одной стороны, имеются многочисленные и многостраничные нормативные документы, детально регламентирующие способы их утилизации, в том числе требования к ПТО. С другой стороны, на практике эти требования выполняются крайне редко из-за финансовых и организационных препятствий. Полигоны типа «сухой могилы» ввиду преобладания неглубокого залегания грунтовых вод в России практически не встречаются. Существующие ПТО также весьма редко и условно можно отнести и к категории «управляемых биореакторов» (скорее неуправляемых). Основное число мест захоронения отходов составляют несанкционированные свалки и недалеко ушедшие от них примитивные полигоны без должного экранирования как снизу, так и сверху.

В этой связи в России при размещении полигона ТБО особенно возрастает экономическая роль выбора земельного участка с *естественным* экраном, не требующим искусственного экранирования.

1.2.2. Методика и материалы

Особенности природных условий Северо-Западного Федерального округа России в связи с организацией ПТО

Северо-Западный федеральный округ (СЗФО) является одним из наиболее индустриально развитых в России, и здесь сложилась одна из наиболее напряжённых ситуаций с утилизацией твёрдых отходов. Однако СЗФО не входит в число регионов с наибольшим загрязнением подземных вод (см. раздел 1). Можно предположить, что это обусловлено природными условиями данного округа.

Регион СЗФО равнинный, в основном расположен в природной зоне тайги, с бореальным, переходным к морскому, климатом с большим количеством осадков при невысоком испарении и избыточным увлажнением. Годовое количество атмосферных осадков изменяется в пределах 500...700 мм, при этом испарение с водной поверхности и площадей, занятых лесом, - 350...550 мм, с лугов – 300...500 мм, с болот – 300...400 мм. Устойчивый снежный покров наблюдается в разных областях от 140 до 200 дней.

Как результат избыточного увлажнения, именно на Северо-Западе наблюдается наивысшая в России степень заболоченности грунтов и

соответственно высокий уровень грунтовых вод, что является резко отрицательным фактором для размещения ПТО.

Грунты региона разнообразные, но в подавляющем большинстве случаев связанные с деятельностью молодых (верхнеплейстоценовых) четвертичных оледенений.

Среди собственно ледниковых отложений преобладают моренные суглинки, реже встречаются глины и супеси. На юге региона развиты также карбонатные морены, связанные с эрозией известняков девона – карбона. Из существенных для ПТО свойств грунтов необходимо отметить коэффициент фильтрации, варьирующий от 0,5 м/сут у супесей до 0,001 м/сут у тяжелых суглинков, и невысокую ёмкость поглощения – 5...12 мг-экв (редко до 20...25 мг-экв у суглинков), что объясняется большой ролью гидрослюды в глинистой фракции. В поглощенном комплексе преобладают Са и Mg.

Озёрно-ледниковые отложения широко развиты на Северо-Западе, они также существенно глинистые. Благодаря выраженной слоистости коэффициенты фильтрации этих отложений могут резко отличаться по горизонтали и по вертикали, составляя соответственно 0,02...0,2 м/сут и 0,001...0,01 м/сут. Глинистая фракция представлена чаще всего гидрослюдами с примесью монтмориллонита и каолинита. Обменно-поглотительная ёмкость озёрно-ледниковых суглинков, как и морен, невелика – 10...15 мг-экв, с тем же преобладанием Са и Mg.

Во флювиогляциальных, существенно песчаных, отложениях коэффициенты фильтрации составляют 1...10 м/сут, в супесчаных 0,5...1,5 м/сут. Аллювиальные отложения также в основном песчаные и супесчаные, с высокими фильтрационными свойствами, коэффициенты фильтрации даже у суглинков аллювия могут превышать 1 м/сут. Поглотительная способность песчаного аллювия невелика.

Покровные суглинки – чаще всего безвалунные, с высоким содержанием пылевой фракции (не менее 55%). Глинистая фракция представлена гидрослюдами (60% и более), в которых много лабильных компонентов, каолинита около 10%, карбонатность невелика. Коэффициенты фильтрации составляют у суглинков 0,03...0,15 м/сут. Ёмкость поглощения выше, чем у морен: 14...28 мг-экв.

В почвенном покрове Северо-Запада России доминируют кислые лесные подзолистые почвы. Среди азональных типов отметим гидроморфные почвы заболоченных областей, чаще всего глеевые. Подчеркнем, что глееобразование вообще является хорошо выраженным процессом для многих подтипов почв региона.

Главной геохимической особенностью ландшафтов Северо-Запада является низкий фон большинства микроэлементов. В гумусовых горизонтах почв концентрация всех тяжелых металлов, кроме иногда кадмия, не достигает кларковых значений. Низкий фон микроэлементов в сочетании с гумидным климатом и преобладанием промывного режима почв создают предпосылки для снижения техногенной нагрузки на ландшафты.

Таким образом, в геоэкологическом плане выделяются две самые важные (в плане ПТО) особенности природных условий Северо-Запада. Первая – это водный режим территории, формирующийся в условиях замедленного стока, на фоне положительного водного баланса, способствующий интенсификации процессов водной миграции загрязняющих веществ. С другой стороны, это повсеместное распространение морен и производных от них тяжелых, бесструктурных почво-грунтов, обладающих низкими фильтрационными свойствами, значительной адсорбционной способностью и могущие быть естественным геохимическим барьером на пути диффузии загрязняющих веществ. Если первый фактор сугубо отрицателен, то второй можно считать благоприятным²⁸.

Наибольшие проблемы с размещением твёрдых отходов, как и следовало ожидать, характерны для центра СЗФО – городской агломерации г. Санкт-Петербурга. Здесь максимальная антропогенная нагрузка сопряжена с неблагоприятной для захоронения ТКО природной средой. Поэтому разработка новых путей решения проблемы ТКО именно для Санкт-Петербургской агломерации наиболее актуальна.

В качестве параллельной Санкт-Петербургу, базовой, ситуации может быть рассмотрено состояние проблемы ТКО в ближайших более типичных по природным и техногенным условиям крупных городах Северо-Запада – Вологде и Череповце. Эти два города близки по населению и природно-климатическим условиям, но Череповец отличается многократно большим развитием тяжёлой промышленности и соответственно – на порядки большими объёмами образующихся специфичных твёрдых промышленных отходов, которые достаточно уникальны по проблемам своей утилизации. Поэтому ситуация в г. Вологде и её окрестностях является более типичной и берётся за базу для сравнения с Санкт-Петербургской агломерацией²⁹.

²⁸ См.: Тагилов М.А. Противополитрационная защита оснований полигонов захоронения твёрдых бытовых отходов / М.А. Тагилов. - Автореферат... ктн.- Пермь: ПГУ, 2002. 22 с.; Труфанов А. И. Геохимия окружающей среды: Учебное пособие / А. И. Труфанов.- Вологда: ВоГТУ, 2000.С. 91.; Разнощик В.В. Защита грунтовых вод на полигонах для твердых бытовых отходов /В.В. Разнощик, Н.Ф. Абрамов // Санитарная очистка городов и охрана окружающей среды. М.: АКХ им. К.Д. Панфилова, 1983. С. 22.

²⁹ См.: Ахмедов, А.Э. Формирование системы управления отходами в Российской Федерации/А.Э. Ахмедов, О.И. Ахмедова, М.А. Шаталов//Проблемы рекультивации отходов быта, промышленного и

Нами в течение 1993-2013 гг. в составе ООО «ЭПИР», ООО «Прогресс» и «НПО Энергогазизыскания» выполнялись работы по экологическому мониторингу, инженерно-геологическим и инженерно-экологическим изысканиям на многочисленных объектах г. Санкт-Петербурга, Ленинградской и Вологодской областей. Для обобщения привлечены также данные других изысканий и мониторинга, в основном ЛенТИСИЗ, ВологдаТИСИЗ, «ЛенГидропроект», РГЭЦ («Урангео»). Всего привлечены данные 380 химических анализов атмосферы, вод и почв Северо-Запада, от 6 до 24 компонентов в каждом анализе.

Поскольку в разные годы и на разных объектах анализы природных сред выполнялись по разным методикам и с разным набором поллютантов, для получения сопоставимости результаты мониторинга вод проанализированы в ООО «ЭПИР» с помощью так называемого обобщенного *показателя вредности R*. Особенностью этого показателя является то, что его значение зависит лишь от химического состава вод и не зависит от степени их разбавления. Показатель R выражается формулой:

$$R = \frac{1}{\sum ПДК} \sum_{i=1}^m \frac{a_i}{\xi_i} \quad (1)$$

где m — число учитываемых веществ одного лимитирующего показателя вредности.

Величины, содержащиеся под знаком суммы, представляют собой относительные значения концентрации i -го вещества и его ПДК, т.е.:

$$\left\{ \begin{array}{l} a_i = S_i / S \\ \xi_i = ПДК_i / \sum ПДК_i \end{array} \right\} \quad (2)$$

где S — суммарная концентрация в воде всех учитываемых веществ одного ЛПВ; $\sum ПДК_m$ — суммарное значение ПДК _{i} этих веществ.

Показатель R дает картину пространственной или временной изменчивости уровня загрязненности, он был использован при обобщении данных мониторинга всех объектов.

сельскохозяйственного производства: IV международная научная экологическая конференция. -Краснодар, 2015. С. 718.; Единая политика обращения с отходами в Санкт-Петербурге и Ленинградской области / ред. С.Г. Ингевечтомов, Ю.С. Скорик, Т.М. Флоринская. СПб.: НИИХимии СПбГУ, 2000. 151 с.

Значения индекса вредности в практически неразбавленном фильтрате могут достигать 25 и редко - выше. Фоновое его значение в природных водах рек Вологодской области - 0,15...0,85.

Кроме того, для сопоставления анализов вод использовался стандартный показатель условного индекса загрязнения воды (УКИЗВ).

Результаты исследования процессов утилизации твёрдых отходов и загрязнений от них в Вологодской области

Вологодская область по многим показателям является для России средним регионом и потому часто служит индикатором или базой в различных социально-экономических исследованиях. Близки к средним и многие природные условия.

Характерным для области является также вполне типичное и для всей России недостаточное количество сооружений по утилизации ТКО, отвечающих современным требованиям. Согласно результатам инвентаризации 2015 г., на территории области существует 396 мест захоронения отходов, из них только 36 включены в региональный кадастр отходов - государственный реестр объектов размещения отходов, имеющих регистрационные номера. Кроме этого, как объективная неизбежность «несут службу» 82 санкционированных необорудованных и 281 несанкционированная свалка. В области два главных центра концентрации производительных сил –областной центр г. Вологда, и промышленный центр г. Череповец, с численностью населения около 320 тыс. чел. в каждом. В обоих городах земельные ресурсы весьма ограничены, грунтовые воды залегают неглубоко, земель для «сухой могилы» нет в принципе.

Основным способом утилизации ТКО в г. Вологде до недавнего времени служило захоронение на единственном полигоне. Работающий с 1954 г. полигон размещён в неблагоприятных условиях: на озерно-аллювиальной террасе, в черте города (рис.1.2.1), удаленность от исторического центра всего 3...3,5 километра. Первый относительный водоупор представлен серым лимногляциальным суглинком с коэффициентом фильтрации около 0,008 м/сут., что соответствует нормативным требованиям³⁰.

Накопленный объём отходов по официальным данным превысил 2,5 млн м³, хотя за 60 лет эксплуатации он должен был составить не менее

³⁰ См.: Доклад о состоянии и охране окружающей среды Вологодской области в 2005 году / Правительство Вологодской области, департамент природных ресурсов и охраны окружающей среды Вологодской области. Вологда, 2006. 199 с.

18...20 млн м³. Высота террикона местами достигла 24 м. Можно предположить, что подобный полигон должен являться мощным источником загрязнения грунтов, подземных и поверхностных вод и атмосферы.



В 1993 г. на полигоне были выполнены работы по оценке воздействия на окружающую среду, по рекомендациям которых оборудовано четыре наблюдательные скважины. Скважина 281а расположена в 100 м от тела свалочных масс условно вниз по потоку миграции грунтовых вод, скважины 279 и 283 вверх по потоку в северо-западной части (150-200 м), скважина 282 - непосредственно на окраине тела свалочных масс. На скважинах проводились режимные наблюдения за концентрацией в подземных водах первого горизонта (1,8-2,5 м) загрязняющих веществ: нитраты, нитриты, аммиак, аммиачный азот, железо, медь, цинк, кобальт, никель, свинец, хром, кадмий, ванадий, молибден, мышьяк, ртуть, а также за биологическим и химическим потреблением кислорода. Анализы выполнены в лаборатории областного Центра Санэпиднадзора (Росприроднадзора).

Обобщенные результаты мониторинга на ПТО г. Вологды представлены в табл. 1.2.1. Как видно из таблицы, основные вариации показателя вредности вод связаны с сезонным и метеорологическим фактором

(промывной режим осенью и подтопление, вызывающие снижение уровней загрязнения вод), что было предметом специального исследования.

Таблица 1.2.1

Динамика показателя вредности (R) по данным мониторинга грунтовых вод в скважинах полигона ТКО г.Вологды

№ скв.	Даты отбора проб						
	22.07.99	14.10.99	14.06.00	02.11.00	14.06.01	31.10.01	10.12.07
282 (центр)	8,754	3,341	18,988	3,085	4,206	3,362	13,3
279 (выше)	5,541	3,342	16,1	3,272	3,401	3,481	-
283 (выше)	3,699	3,345	10,071	2,325	3,495	3,366	-
281a (ниже)	3,972	3,341	9,723	1,962	3,457	3,393	-

В целом загрязненность грунтовых вод, взятых из скважины № 282, расположенной по периметру полигона, высока. В большинстве случаев уровень загрязненности вод, характеризуемый показателем R, убывает от центра полигона к периферии. В то же время существенных отличий между показателями «ниже» и «выше» от тела свалочных масс не видно. Это свидетельствует о наличии естественных явлений, подавляющих миграцию загрязняющих веществ в подземную гидросферу. Можно предположить, что слагающие основание площадки озерно-болотные и озерно-ледниковые суглинки представляют собой эффективный геохимический барьер.

Методически аналогичным способом был выполнен анализ деятельности полигона ТКО в г. *Череповце*, функционирующего с 70-х гг. прошлого века – рис. 1.2.2.



Территория полигона в морфологическом отношении, как и в Вологде, расположена на озерно-аллювиальной заболоченной террасе. В геологическом строении участка принимают участие отложения карбона, верхи разреза представлены моренными грунтами и озерно-аллювиальными песками. Техногенные грунты представлены толщей бытовых отходов, доменного шлака и обломков железобетона мощностью до 6-7 м. В основании свалочных масс залегают водонасыщенные кварцевые пески от светло-коричневого до серого цвета, мощностью до 15,0 м. Коэффициенты фильтрации - от 0,01 до 2 м/сут. *Таким образом, в отличие от Вологды, природный экран в основании полигона отсутствует.*

Для анализа процессов воздействия ПТО г. Череповца на качество грунтовых вод в зоне влияния использованы данные контроля по скважинам 1 и 3. Скважина 1 является фоновой, расположена выше по грунтовому потоку, скважина 3 – контрольной. Значения показателя вредности (R) по указанным скважинам приведены в табл. 1.2.2.

Как видно из таблицы, сколько-нибудь значимого повышения индекса R в результате проникновения фильтрата в грунтовые воды на участке тела свалки не просматривается. Очевидна лишь, как и на полигоне г. Вологды, синхронность колебаний в значениях R по обеим скважинам, вызванная колебаниями дождевого и талого стока.

Таблица 1.2.2

Динамика показателя вредности (R) по скважинам полигона ТКО г. Череповца

№ скв.	Даты отбора проб									
	02.06.11	25.07.12	19.05.14	25.08.14	09.09.14	16.06.15	15.07.15	12.08.15	28.09.15	22.10.15
1	22,4	11,03	0,085	53,3	0,469	0,095	0,090	0,032	0,12	0,11
3	41,1	11,54	0,085	54,7	0,469	0,091	0,093	0,12	0,11	0,12
№ скв	Даты отбора проб									
	18.11.15	18.02.16	1999-2003, сред-ние ме-жень	2011-2016, сред-ние ме-жень	2011-2016, средние с июнем	2011-2016 макси-мум				
1	0,23	0,51	24,1	1,62	0,374	1,72				
3	0,19	0,34	3,33	0,77		1,91				

На четырёх несанкционированных (и, следовательно, необорудованных) свалках г. Вологды были проведены аналогичные исследования вод и их показателя вредности R для сравнения их с показателями на крупных полигонах с высокими объемом отходов и уровнем химической нагрузки. Полученные результаты говорят о примерно одинаковом уровне загрязнения грунтовых вод, не зависящим от грунтовых условий, размера объекта и степени его инженерного обустройства. На всех свалках уже на границе собственно их территории показатели загрязнения грунтовых вод не превышают ПДК для вод хозяйственно-питьевого водоснабжения почти ни по одному показателю³¹.

Для оценки воздействия на окружающую среду сельских, в основном необорудованных свалок, были организованы исследования на четырех сельских свалках Вологодского района: «Майское», «Куркино», Фетинино» и «Надеево». Свалки эксплуатируются достаточно давно - от 20 и более лет. Эти объекты расположены в сходных социально-экономических (возле крупных сел с населением в первые тыс. чел.) и природно-климатических условиях, однако различаются по грунтовым условиям.

Так, свалка с. Майское расположена на слабоводонепроницаемых, в основном тугопластичных, покровных и водно-ледниковых, суглинках, не содержащих грунтовых вод. Распространение загрязненного фильтрата с подземными водами вглубь ограничено водоупорными глинистыми грунтами большой мощности, находящимися в основании площадки. Естественная защищенность водоносных горизонтов района площадки ТБО может быть оценена как высокая.

Свалка в с. Куркино располагается на тяжелых покровных суглинках голоцен-позднечетвертичного возраста, мощностью 1,0...1,5 м, подстилаемых пылеватыми водонасыщенными аллювиально-озерно-ледниковыми песками. Вертикальный коэффициент фильтрации покровных суглинков составляет 0,03 - 0,15 м/сут, коэффициент фильтрации песков - около 1,0 м/сут. Таким образом, водоносных горизонтов района свалки защищены слабо.

Свалка с. Фетинино размещена на верхнечетвертичные озерно-ледниковых песках серыми, мощностью до 2,6м, подстилаемых моренными

³¹ См.: Подлипский, И.И. Экологическое образование в области переработки отходов на территории национального парка «Смоленское поозерье» (Смоленская область)/И.И. Подлипский, В.Р. Хохряков//Природа и общество: в поисках гармонии. 2016. -№2. С. 245.; Белый А.В. Динамика эмиссии загрязняющих веществ от свалки твердых бытовых отходов г. Вологды / А.В. Белый // Проблемы экологии на пути к устойчивому развитию регионов: Материалы Второй международной научно-технической конференции.-Вологда: ВоГТУ, 2003. С. 257.

полутвёрдыми суглинками. Первый от поверхности водоносный горизонт установлен на глубине 1,8 м; в весенний период уровень грунтовых вод может подниматься до 0.

Коэффициент фильтрации песчаных грунтов находится в пределах от 0,6 до 0,8 м/сут. Подстилающий глинистый водоупор имеет коэффициент фильтрации 0,01 м/сут.

Таким образом, возможное распространение загрязненного фильтрата с фетининской свалки ограничено 1-2 м песков над слоем покровного тяжелого суглинка.

В районе свалки с. Надеево развиты позднечетвертичные перигляциальные и озерно-ледниковые тугопластичные суглинки мощностью свыше 5 м. Подземные воды не обнаружены, поверхностные воды установлены в понижениях техногенного характера за пределами площадки. Коэффициенты фильтрации различных суглинков составляют 0,02-0,15 м/сут; Повсеместное распространение на площадке глинистых грунтов значительной мощности обуславливает надежную защиту подземных вод от загрязнения.

Таблица 1.2.3

Сводная таблица расчета индекса загрязнения воды-коэффициента вредности (R) в пробах грунтовых вод на сельских свалках

	Фетинино			Майское			Куркино			Надеево		
пло- щадка	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
R	7,366	3,474	6,654	-	1,064	1,063	4,401	6,038	2,663	17,68	8,849	3,185

Подземные воды на всех 4 объектах были опробованы на трёх точках – непосредственно под телом свалочных масс, на границе его и в 25-40 м, с глубин 0,2 – 2,0 м в зависимости от гидрогеологических условий. Результаты исследований, пересчитанные на индекс загрязнения, представлены в табл. 3 и сведены на графике (рис. 1.2.3).

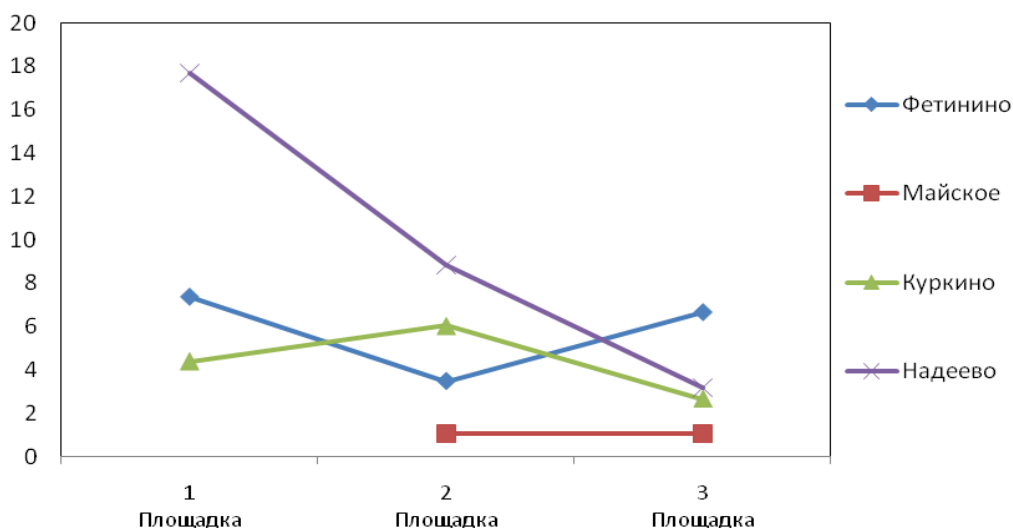


Рисунок 1.2.3 Изменение индекса вредности на площадках отбора проб воды.

Графическая интерпретация данных рис. 1.2.4 свидетельствует, что в большинстве случаев уровень загрязненности грунтовых вод от центра объектов до периферии убывает.

В целом результаты мониторинговых исследований на объектах ТКО Вологодской области позволяют уверенно заключить, что при любых, даже неблагоприятных, природных условиях везде на глубине уже 1...2 м от подошвы тел свалочных масс и на расстояниях первых десятков м от этих тел выявлена невысокая степень загрязнённости грунтов и грунтовых вод

Можно предположить, что это обусловлено усилением адсорбционных процессов и в конечном итоге - формированием комплексного механического и геохимического барьера, подавляющего эмиссию загрязняющих веществ.

Проблемы полигонов ТБО Санкт-Петербургской агломерации

В г. Санкт-Петербурге и радиусе 50 км от него расположены десятки полигонов и неорганизованных свалок на различных грунтах. Основная проблема здесь – острая нехватка пригодных земельных участков. Для примера разбираются проблемы трёх различных полигонов ТКО с различным уровнем и характером экологических проблем.

Основной полигон *Тосненского района* Ленинградской области расположен в 40 км к югу от Санкт-Петербурга, у д. Куньголово, на месте нерекультивированного выработанного карьера (рис. 3). Полигон эксплуатируется с 1989 г. и имел площадь в 8,6 га; в 2011 г. к нему присоединен новый участок площадью 11,19 га. Всего, таким образом, площадь ПТО составляет около 20 га. Тело свалочных масс заглублено на 4...7 м, над землёй возвышается на отдельных «картах» складирования ещё до 4 м. Средняя мощность тела свалочных масс на старом участке – 6 м, накопленный объём – свыше 0,6 млн м³.



В центре снимка – старое тело полигона, окружённое обводной канавой. Канавка соединяется с кюветом вдоль подъездной дороги. На юге снимка – новый участок, заполняемый с 2012 г. На северо-востоке – водоём «Мертвое озеро», уровень воды в нём на момент съёмки минимален; к северу и северо-западу от него - временно заболачиваемые долины с редколесьем. Кружками с точкой показаны наблюдательные скважины с отбором проб подземных вод, квадратами – точки отбора поверхностных вод из обводной канавы.

Пояснения в тексте.

Рисунок 1.2.4. Местоположение свалки в д. Куньголово. Масштаб около 1: 25 000.

С северной стороны непосредственно к полигону примыкает водоём, известный как «Мёртвое озеро», площадью при разном уровне воды порядка 2-4 га и глубиной до 3 м. Водоём бессточный, подтапливает окружающий лес («Заозёрную низину»), что может говорить о постепенном долгосрочном повышении его уровня. Вода «Мёртвого озера» сильно загрязнена, очевидно - фильтратом с полигона (рис. 1.2.4).



Рисунок 1.2.5. Обводная канава на СВ оконечности полигона Куньголово, (т. 3 на рис. 3, вид на ЮВ). Видна её переполненность фильтратом и намечающийся перелив налево (в «Мёртвое оз.»).

На самом полигоне с самого открытия для мониторинга грунтовых вод оборудованы 4 наблюдательных колодца, из которых к настоящему времени функционируют 3. Непосредственно к свалочному телу примыкает колодец №3 (табл. 1.2.4).

Полигон грамотно содержится и хорошо изучен. Всего в ходе мониторинга и неоднократных изысканий под расширение полигона за 25 лет было проанализировано свыше 200 проб из различных сред на те или иные загрязнители. По данным изысканий под расширение полигона, проведенных в 2002 г., в основании полигона под слоем фильтрата мощностью 1,5...2,6 м образовался пропитанный фильтратом синевато-серый закольматированный слой толщиной 0,4 м с коэффициентом фильтрации, $1 \cdot 10^{-3} \dots 1 \cdot 10^{-4}$ м/сут, согласно заключению ЗАО «Испытательный Центр ВНИИГ», что значительно меньше нормативного. Под этим слоем химические и бактериологические показатели воды и грунта не отличались от аналогичных

показателей, которые были получены при проведении изысканий силами ЛенТИСИЗ до начала функционирования полигона в 1984 г. Качество воды, взятой для испытания в ноябре 2002 г. из трех прудов и шахтного колодца, соответствовало требованиям СанПиН 2.1.5.980-00. Учитывая аналогичные гидрогеологические условия на существующем и вновь строящемся участках полигона, уже в проекте расширения ПТО от 2002 г. не было предусмотрено противофильтрационных мероприятий и системы для откачки фильтрата. В то же время был обнаружен поверхностный перелив фильтрата (рис. 5), для предотвращения которого предусматривалось устройство ограждающей дамбы.

Таблица 1.2.4

Динамика показателя вредности (R) наиболее показательных анализов поверхностных и подземных вод и донных отложений, а также условного индекса загрязнения воды (УКИЗВ) по данным мониторинга на полигоне «Куньголово»

Дата отбора	19.09. 2002	19.06 и 23. 07. 2009			07.07.2010			21. 07. 2010
Точка отбора	Пруд у кол. 4	Кол. 3 фильтрат	«Мертвое озеро»	Заозёрная низина	«Мертвое озеро»	Заозёрная низина	Донные отложения	Центр полигона, канава
Показатель R	3,33	130,02	3,33	3,33	4,9	5,49	185,6	5,71
УКИЗВ	74	777	62	63	201	213	--	350

В настоящее время на полигоне создалась парадоксальная ситуация – подземные воды под телом свалочных масс загрязнены незначительно, а все поверхностные воды в окрестностях относятся к категории «экстремально грязных» - табл. 1.2.4. Следует отметить, что стоячие воды из так называемых «заозерных низин» в окрестностях «Мёртвого озера» лишь внешне кажутся относительно менее грязными, чем само это «озеро» (желтого, а не бурого или коричневого, цвета, со сравнительно слабым запахом, не так сильно выраженной щелочной реакцией и т.п.), но по данным химического анализа эти воды также попадают в категорию «экстремально грязных».

Максимальные значения индекса вредности R (даже выше, чем в самом фильтрате) приурочены к пробам из донных отложений «Мёртвого озера» и канав. Эти отложения обладают столь значительной буферной

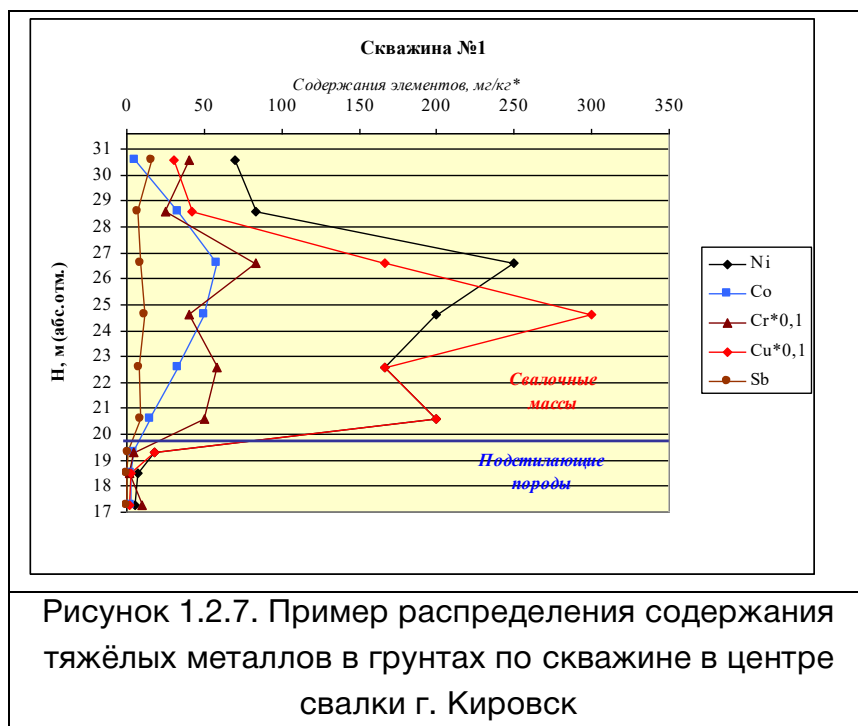
емкостью, что можно говорить о выраженном адсорбционном геохимическом барьере на пути загрязняющих веществ фильтрата. Наиболее загрязненной средой на полигоне «Куныголово» являются поверхностные воды.

Другие экологические проблемы выявлены на свалке г. Кировск. Эта свалка началась, как несанкционированная прямо на федеральной автодороге А120 (рис. 1.2.4), и после 50 лет эксплуатации приобретает черты настоящего полигона. За это время здесь проведено множество мониторинговых, изыскательских и контрольных исследований, со многими сотнями анализов всех природных сред, что позволяет считать её наиболее изученным объектом в окрестностях Санкт-Петербурга. В 2001-2015 гг. на свалку поступало около 60 тыс. м³ отходов в год - треть объемов Кировского района. Свалочное тело достигло площади 8 га при высоте 6...11 м, накопленный объем около 0,5 млн м³.

Свалка расположена на высокой древней озёрной террасе с заболоченными супесчаными грунтами. В радиусе первых км имеются заброшенные торфоразработки с дренажными канавами и объекты птицефабрики «Синявино», а также садоводческие участки. Территория дренируется ручьём Тёткин (300 м к Ю от свалки), фактически вытекающим из дренажных канав и выработанных карт торфоразработок – рис. 1.2.6.



Главная проблема свалки происходит из-за её неправильного месторасположения прямо на супесчаных грунтах с высокими коэффициентами фильтрации (0,3-1 м/сут.), без каких-либо экранов. Первый водоносный горизонт залегает на глубинах около 2,3...4,8 м, первый водоупор (тяжёлые озёрно-ледниковые суглинки) – на 9 м и глубже.



Тем не менее послойное опробование подсвалочных грунтов выявило, что наиболее высокие концентрации загрязняющих веществ приурочены к границе грунтов со свалочными массами и в основном распространяются, независимо от состава грунтов, лишь на первые 1-2 м вглубь от подошвы свалочных масс (рис. 1.2.7). Глубже загрязнение не превышает предельно допустимого, если грунты в данной точке не обводнены.

Исключением является марганец, его содержание в грунтах с глубиной не падает, а часто растёт, причём не только под телом свалочных масс, но и на значительном удалении от него. Именно по марганцу во всех скважинах наблюдается многократное превышение ПДК. Вероятно, здесь наблюдается природная аномалия, связанная с концентрацией марганца окружающими торфяниками. Но в целом величина суммарного показателя загрязнения тяжёлыми металлами и мышьяком (Z_c) составляла менее 16, что позволяет отнести почву зоны влияния свалки к категории «чистой». В

скважинах под телом свалочных масс обнаружен синевато-серый оглеенный слой мощностью 0,2-0,6 м.³²

По профилям скважин, заложенным в 2009-2012 гг. по направлению подземного стока (с севера на юг), не наблюдается роста загрязнения грунтовых вод в районе собственно свалки. Наиболее загрязненные воды с УКИЗВ до 350 обнаружены в скв. 55 в 300 м к северу от свалки, т.е. выше по направлению подземного стока. Такой ураганный ИЗВ вне влияния свалки обусловлен в основном высоким содержанием железа и марганца (58 мг/л, что практически является рудной концентрацией) и огромным, очевидно, за счет органики, ХПК (до 2200 мг О₂/дм³).

В Тёткином ручье загрязнение вод выше и ниже свалки практически одинаково – табл. 1.2.5.

Таблица 1.2.5

Значения показателя вредности (R) и индекса загрязнения воды (УКИЗВ) для подземных и поверхностных вод на свалке г. Кировска (данные 2013г.).

Показатели	скв.53 (центр)	т. 57 (отстой-ник)	руч. Тёткин выше	руч. Тёткин ниже
R	3,75	4,51	4,54	4.18
УКИЗВ	111	3,8	6,5	11,1

В самом г. Санкт-Петербурге и его окрестностях самым крупным предприятием утилизации ТКО является полигон твердых бытовых отходов ПТО-3 «Новоселки», обслуживающий всю северную треть города. Полигон расположен в городской черте, в районе Горского шоссе и КАД, на ровном, ранее залесённом участке. Он был спроектирован в 1971 г. на 60 га, в дальнейшем площадь была расширена к западу до 83,5 га. Непосредственно участок складирования отходов занимает в настоящее время 62 га.

Главной уникальной естественной чертой ландшафта данного участка, отмеченной еще в начале проектирования полигона и определяющий его функциональную значимость – это наличие в 2-4 м от поверхности хорошего водоупорного горизонта – многослойной глинистой пачки (рифей – квартал). Это достаточно редкий остров неглубокого водоупора в северных окрестностях Санкт-Петербурга, и именно он определяет главную функцию данного ландшафта при антропогенном воздействии – экранирование водоносных горизонтов от загрязнений.

³² См.: Глазовская М.А. Методологические основы оценки эколого-геохимической устойчивости почв к техногенным воздействиям / М.А. Глазовская. - Москва: Изд-во МГУ, 1997.С. 10.

Вплоть до сегодняшнего дня состояние этого водопора и соответственно - общие гидрогеоэкологические параметры участка - остаются хорошими.

Подземные воды в районе ПТО-3 длительное время изучались многочисленными скважинами и наблюдательными колодцами. Благодаря подстиланию тела свалочных масс полутвердыми глинами, воды хорошо экранированы от воздействия фильтрата и до сегодняшнего дня остаются чистыми. Помимо природных глинистых экранов, бурением свалочных масс в их подошве, как и на других полигонах, обнаружен сизый практически водонепроницаемый кольматированный слой мощностью до 1 м.



Поверхностные воды в окрестностях ПТО-3 загрязнены очень сильно. Основные параметры загрязнения сточных вод в канавах и р. Черная, по данным изысканий ноября 2009 г., приведены в табл. 6. Как видно из неё, воды всех объектов характеризуются экстремально высоким уровнем загрязнения и являются чрезвычайно опасными.

Таким образом, на крупнейшем в Санкт-Петербурге полигоне твердых отходов наиболее загрязненной природной средой вновь оказываются поверхностные воды, причем это загрязнение на 2-3 порядка превышает уровни загрязнений на всех других изученных объектах региона. Отметим, что экстремально грязная р. Чёрная, фактически вытекающая с полигона ТКО, не просто полностью течёт по территории крупнейшего мегаполиса России, но и впадает в оз. Лахтинский разлив, на берегу которого находится природоохранная территория - Юнтоловский заказник орнитологического направления.

Таблица 1.2.6

Динамика показателя вредности (R) поверхностных вод по данным мониторинга на полигоне ПТО-3 «Новосёлки»

Показатель	точка 1 (обводная канава в центре)	точка 2 (обводная канава ниже)	точка 3 (магистральная канава)	точка 4 (р. Черная в 2 км ниже)
R	22,8	9,26	74,3	30,9
УКИЗВ	572,4	532,4	591,2	88,7

Как видно из всего вышеизложенного, на всех самых разных по размеру и природным (в частности, геологическим) условиям полигонах твёрдых отходов СЗФО наиболее уязвимой средой являются *поверхностные* воды. Грунты и воздушная среда практически не загрязнены уже в нескольких десятках метров от свалок и ПТО. Подземные воды заметно загрязнены лишь на ПТО г. Вологды и Куньголова, но на небольшую глубину и в небольшой степени. При этом объём свалки, наличие или отсутствие водоупорного экрана в основании тела свалочных масс практически не играет роли. Так, даже на полигонах в Кировске и Куньголове, размещенных на песчаных грунтах, существенного повышения загрязненности *подземных* вод не выявлено.

Причиной этому является повсеместное образование фильтратом не более чем за 10 лет в подстилающих грунтах, даже в песках, искусственно-естественного геохимического барьера, препятствующего дальнейшему загрязнению. Коэффициент фильтрации данного слоя ($\approx 10^{-4}$ м/сут.) намного ниже нормативных значений для искусственного экрана.

Обсуждение
Роль геохимических барьеров в естественной
защищённости подземных вод

Действующие нормативные документы России предъявляют однозначные требования к природным условиям участка размещения полигонов твёрдых отходов. В то же время при оценке воздействия на окружающую среду, которая выполняется на стадии проектирования, практически не учитывается действие комплекса факторов, которые мы называем естественной защищённостью территории. В основе определения уровня естественной защищённости территорий, лежит понятие ассимиляционной или экологической ёмкости. Это понятие тесно связано с основной функцией данного ландшафта и во многом определяется наличием геохимических барьеров, запирающих или подавляющих эмиссию загрязняющих веществ в окружающую среду.

Геохимические барьеры – участки земной коры, характеризующихся аккумуляцией определенных химических элементов и снижением миграционных потоков. В аспекте ПТО наибольшее значение имеют сорбционный, кислый и восстановительный (глеевый) геохимические барьеры³³.

Определенные исследования ПТО в этом направлении, без упоминания понятия «геохимический барьер», проведены в последнее время в ряде стран. Так, испанские исследователи в плане распространения фильтрата и загрязнений, с ним связанных, выявили поглощающие и изолирующие слои. Ими показано, что дожди и смектит-иллит-карбонатные глины действуют как реактор, уменьшающий загрязнения от фильтрата. Большую роль в уменьшении загрязнения играет использование таких природных процессов, в том числе уменьшающих токсичность фильтрата, как биоразложение, химические процессы разложения и выпадения в осадок и т. д. Использование этих природных процессов и свойств представляет минимальный риск и высокую надежность. *Показано, что многие регулирующие нормы для старых полигонов явно избыточны.*

Эти же авторы в другой статье более конкретно рассматривают долговременную эффективность естественного геохимического барьера в

³³ См.: Алексеенко В.А. Геохимические барьеры. Учебное пособие для ВУЗов / В. А. Алексеенко, Л. П. Алексеенко. М.: Логос, 2003. 144 с.; Подлипский, И.И. Экологическое образование в области переработки отходов на территории национального парка «Смоленское поозерье» (Смоленская область)/И.И. Подлипский, В.Р. Хохряков//Природа и общество: в поисках гармонии. 2016. №2. С. 245.; Белый А.В. Динамика эмиссии загрязняющих веществ от свалки твердых бытовых отходов г. Вологды / А.В. Белый // Проблемы экологии на пути к устойчивому развитию регионов: Материалы Второй международной научно-технической конференции.- Вологда: ВоГТУ, 2003. С. 257.

зависимости от глубины на 12-летнем полигоне в Испании, где измерялись электропроводность, содержание в грунтовых водах водорастворимого органического углерода, хлоридов, аммония, натрия. Последние использованы как маркеры для измерения загрязнения фильтратом с полигона. В подстилающих грунтах исследованы минералогия, особенности поверхности и катионно-обменная емкость, выявлены ассоциации между составом загрязнений и локальными геологическими условиями. Хотя фильтрат контактировал с глинами длительное время, фронты изменения углерода и электропроводности ослабли в глинистом слое уже на расстоянии 0,2...1,5 м. Исходя из такой мощности и состава глинистого экрана (не менее 45% иллит-сметкитовой составляющей слоистых силикатов), он признан достаточным для ограничения загрязнения фильтратом во исполнение Европейского законодательства. В статье описаны соответствующие различия между составом глин на трёх полигонах, для которых выведен показатель «Ёмкость уменьшения жидкой диффузии». Последний является функцией степени уменьшения параметров на метр толщины экрана, возраста и площади полигона, количества и состава отходов.

Из изученных нами объектов геохимические барьеры особенно хорошо проявлены на городском ПТО г. Вологды. Здесь надёжно установлено, что ареал дисперсии загрязняющих веществ в грунтовые воды, индикатором которых взяты тяжелые металлы, ограничен контурами площадки. Это, вероятно, вызвано проявлением всех составляющих комплексного барьера в озерно-болотных отложениях и озерно-ледниковых суглинках, принимающих участие в строении площадки. Миграция загрязнений с подземными водами от свалки сводится к прохождению ими серии гомогенных и гетерогенных геохимических барьеров, на которых происходит изменение концентраций определенных групп химических элементов и соединений, частичное очищение подземных вод.

Комплексные природные геохимические барьеры в основании тел свалочных масс – резко чужеродного и агрессивного по отношению к существующим экосистемам объекта – по существу являются формой самозащиты природных экосистем по принципу Ле Шателье³⁴. Такой особенностью необходимо чаще пользоваться при формировании техногенных геохимических барьеров. Особое внимание при исследовании и формировании техногенных барьеров следует уделять формам нахождения химических элементов в миграционном потоке, их относительному количеству и особенностям

³⁴ См.: Перельман А.И. Геохимия ландшафта / А.И. Перельман, Н.С. Касимов. М.: Интеграция, 1999. С. 76.

самой среды миграции, так как именно они во многом определяют процесс осаждения элементов (их соединений) на различных геохимических барьерах.

Особого внимания заслуживает исследование кольматации и глееобразования.

Оглеение в основном изучалось российскими учеными и именно на Северо-Западе России, где оно наиболее широко развито. Термины «глей» и «глееобразование» были введены в научную терминологию Г.Н. Высоцким (1905 г.) для обозначения «более или менее плотной породы серого цвета с зеленоватым оттенком, формирующейся в условиях длительного переувлажнения». Он впервые указал на биохимическую природу глееобразования, установил роль превращения окисной формы железа в закисную в условиях недостатка кислорода при участии анаэробных микроорганизмов.

При развитии глеевого процесса в ложе полигона происходит снижение водопроницаемости грунтов. Не менее важно возрастание при глееобразовании сорбционной способности грунтов, то есть мощности геохимического барьера.

Характерной и, как правило, неременной особенностью глееобразования (оглеения) является восстановление окисных соединений металлов и несбалансированный вынос железа. При этом происходит ряд принципиальных трансформаций минеральной массы почвенного горизонта, решающим образом влияющих на экологические свойства и процессы впоследствии.

При глееобразовании происходит разрушение первичных и вторичных минералов, существенным изменениям подвергаются элементы с переменной валентностью (Fe, Mn, S и N). Особенно характерно восстановление окисного железа в закисное. Этот процесс может носить ферментативный характер, а также протекать под воздействием продуктов жизнедеятельности анаэробных микроорганизмов (H_2 , H_2S , низкомолекулярные органические кислоты и др.). Важно, что при оглеении происходит относительное обогащение кремнекислотой и обеднение железом и в некоторой степени алюминием, восстанавливаются марганец и сера с образованием подвижных соединений. Именно это наблюдается, в частности, в зоне влияния свалки г. Кировска.

Оглеение наблюдается в профиле подстилающих грунтов всех изученных ПТО Северо-Запада независимо от гранулометрического состава. Легко определяемым признаком оглеения является специфическая окраска – от белесовато-сизой или серо-голубоватой в супесях до серо-сизой, сизовато-синей или зеленоватой в суглинистых и глинистых грунтах, темно-

синей - в песчаных. Специфическая окраска этих горизонтов обусловлена потерей первичными и вторичными минералами окисных пленок железа, вуалирующих их собственный цвет, и возникновением при оглеении новых минералов.

Согласно обобщению работ, посвященных почвообразовательному процессу в условиях избыточного увлажнения, выполненному в фундаментальном труде проф. Ф. Р. Зайдельмана³⁵, глееобразование является одним из наиболее глобальных процессов почвообразования. «Три простых фактора – переувлажнение, наличие органических веществ, способных сбраживанию, и присутствие гетеротрофной микрофлоры на кислых, выщелоченных и нейтральных породах, свободных от сульфатов, являются необходимыми и достаточными условиями для возникновения процесса глееобразования». О большой вероятности развития глеевого процесса в грунтах основания всех полигонов ТКО в условиях избыточного увлажнения свидетельствует повсеместность всех трех упомянутых основных факторов.

Во-первых, складирование твердых бытовых отходов формирует устойчивые положительные формы рельефа, состоящие из достаточно рыхлых масс отходов, быстро насыщающихся водами атмосферных осадков, что определяется режимом устойчивого увлажнения. Анаэробные условия в основании свалки развиваются в связи с высоким уровнем концентрации растворенной органики в водах «фильтрата»; БПК и ХПК в нём превышают значения предельно-допустимых концентраций на несколько порядков.

Во-вторых, существенная доля твердых коммунальных отходов их - это остатки органики, прежде всего биогенного происхождения, т.е. пищевые отходы, бумага, дерево и многое другое, богатые самой разнообразной, особенно анаэробной, микрофлорой.

Таким образом, налицо все три фактора, способствующие глееобразованию, по Ф.Р. Зайдельману. Именно глееобразование вслед за кольматацией создаёт мощные искусственно-естественные геохимические барьеры в основании всех изученных свалок и полигонов, независимо от качества грунтов и количества отходов.

³⁵ См.: Зайдельман Ф.Р. Процесс глееобразования и его роль в формировании почв / Ф.Р. Зайдельман.-М.: Издательство Московского университета, 1998.С 31.

1.2.3. Рекомендации по ресурсосбережению на основе результатов исследований

Результаты геоэкологического мониторинга коммунальных объектов и проектирование вновь создаваемых свидетельствуют о том, что неучет реальной ассимилирующей емкости природных экосистем приводит к нерациональному использованию земельных и водных ресурсов, неоправданному завышению стоимости строительно-монтажных работ. Организация направленных геохимических и геоэкологических работ, установление объективных критериев экологической опасности объектов коммунального хозяйства для крупного города существенно упростила бы процедуры выбора площадки, инженерных изысканий и ОВОС при принятии решений.

Использование искусственно-естественных геохимических барьеров позволяет: 1) достичь требуемого значения коэффициента фильтрации подстилающих грунтов в пределах площадки складирования ТКО, сократив затраты на строительство защитного экрана; и 2) расширить пространственные возможности выбора места площадки полигона.

Многократно подтвержденный в самых разных грунтовых условиях эффект процессов коагуляции и глееобразования под полигонами приводит к уменьшению коэффициента фильтрации и росту сорбции, что равносильно искусственному достижению нормативного значения коэффициента фильтрации подошвы полигона ТБО. При определенных условиях можно вообще отказаться от строительства водонепроницаемого экрана. Это важно, поскольку простой анализ нескольких десятков проектов строительства полигонов показывает, что в масштабах даже одной области это сотни миллионов рублей сметной стоимости.

Наряду с несомненным экономическим эффектом, использование свойств геохимических барьеров расширяет возможности выбора площадок под строительство полигонов. Проектировщик может быть более свободен в выборе в условиях дефицита земельных ресурсов, если не будет привязан к островкам водоупоров, как это было сделано при проектировании ПБО-3 «Новосёлки», оказавшегося из-за этого в черте города. Это особенно актуально для крупных и крупнейших городов с их резким дефицитом земельных ресурсов.

Таким образом, исследования в самых разных по природным и социально-экономическим условиям участках СЗФО показывают, что на полигонах, эксплуатирующихся с выполнением основных нормативных требований, загрязнения всех природных сред, кроме поверхностных вод, не

распространяются далее метров - первых десятков м. В то же время поверхностные воды везде чрезвычайно сильно загрязнены.

Отсюда ясно, что, по крайней мере в переувлажненных условиях СЗФО и части ЦФО России, ведущим путем распространения загрязнений в окрестностях полигонов является не воздушный, и не подземный, на что нацелены нормативные документы и практика инженерных изысканий, а поверхностно-водный. Но последний вид загрязнений изучать проще и дешевле, и именно на него должны быть нацелены и проектно-изыскательские работы, и инженерные решения по эксплуатации полигонов.

Из всего вышеизложенного следует вывод, что для сбережения земельных ресурсов при проектировании и эксплуатации полигонов твёрдых отходов необходимо:

1. Продолжить теоретические исследования техногенных геохимических барьеров и процессов образования фильтрата в телах свалочных масс.
2. Сделать обязательными конкретные исследования возможности образования геохимических барьеров и их сорбционной ёмкости при инженерных изысканиях.
3. Снизить требования к дорогостоящему изучению атмосферы и грунтов при инженерных изысканиях под строительство полигонов ТКО.
4. С учётом возможностей естественных геохимических барьеров снизить требования к фильтрационным свойствам грунтов и к противофильтрационным экранам полигонов ТБО, тем самым расширив возможности использования земельных ресурсов.
5. Перенести в нормативной базе по проектированию и эксплуатации полигонов акценты с охраны почв и подземных вод на охрану поверхностных вод.
6. В развитие федеральной нормативной базы разрабатывать территориальные строительные нормы (ТСН) для строительства полигонов, приближенные к местным конкретным природным и социально-экономическим условиям.
7. На действующих полигонах провести коренную реконструкцию дренажной сети и повсеместно, особенно в избыточно влажных районах, внедрять системы замкнутого водо- (фильтрато-) оборота, приближаясь к американской концепции «биореактора».

Внедрение данных рекомендаций позволит существенно экономить земельные и финансовые ресурсы при решении проблем утилизации твёрдых отходов.

Раздел 2. Экология, природа и окружающая среда

Глава 2.1. Проблемы сохранения среды обитания и здоровья человека в контексте освоения Арктики: взаимодействие коренных народов, органов власти и бизнеса

В настоящее время внимание российского правительства и крупного бизнеса приковано к опорным зонам развития Арктики, формирование которых рассматривается как механизм реализации государственной программы социально-экономического развития арктических регионов страны. Арктика сегодня переживает поистине грандиозные изменения: трансформируются этнологические, культурные, экологические факторы, определяющие среду обитания человека. Особенно это заметно на территориях традиционного природопользования, которые все больше затрагиваются процессом промышленного освоения. В XXI веке реализация инвестиционного проекта подразумевает следование жестким экологическим требованиям, а также внедрение инновационных технологий добычи. Однако это вовсе не означает, что среда обитания человека в Арктике, которая оставалась нетронутой «благами цивилизации» не испытывает никакого воздействия. Поэтому актуальным является проблема взаимодействия бизнеса и коренных народов в целях устойчивого развития территорий традиционного природопользования, включая вопросы сохранения исконной среды обитания и здоровья местного населения. Учитывая, что жизнедеятельность коренных народов напрямую зависит от качества земельных (оленеемкость) и водных ресурсов (состояния рек и озер), чистоты атмосферного воздуха, инвестиции, направляемые на природоохранные мероприятия являются важным показателем деятельности компаний-недропользователей и органов государственной и муниципальной власти. По данным федеральной службы государственной статистики, наибольшая доля инвестиций в природоохранную сферу в Арктике направляется на охрану атмосферного воздуха, водных ресурсов, а также утилизацию мусора, табл.2.1.1³⁶:

³⁶ Официальная статистическая информация о социально-экономическом развитии Арктической зоны Российской Федерации в 2019 году [Электронный ресурс] федеральная служба государственной статистики URL: http://www.gks.ru/free_doc/new_site/region_stat/calendar1-2019.htm (дата обращения 18.05.2019 г.)

Таблица 2.1.1

Инвестиции в основной капитал, направленные на охрану и рациональное использование природных ресурсов по направлениям природоохранной деятельности Арктической зоны РФ за 2018 год

Направления	Тыс. руб.
Охрана и рациональное использование водных ресурсов	2046254
Охрана атмосферного воздуха	21392574
Охрана и рациональное использование земель	395387
Охрана и воспроизводство рыбных запасов	7774
Установки (производства) для утилизации и переработки отходов производства (исключая мусоро-перерабатывающие, мусоросжигательные заводы, предприятия и полигоны по утилизации, обезвреживанию и захоронению токсичных промышленных, бытовых и др. отходов)	146076
Предприятия и полигоны по утилизации, обезвреживанию и захоронению токсичных промышленных, бытовых и иных отходов	2047095
Охрана заповедников и других природоохранных территорий	11178

Сохранение исконной среды обитания, а также территорий традиционного природопользования, этнокультурной идентичности коренных народов предполагает разработку новой модели взаимодействия субъектов социально-экономических отношений, а именно всех заинтересованных социальных групп, задействованных в процессе освоения месторождения (недропользователя, органов государственной и муниципальной власти, родовых общин и ассоциаций коренных малочисленных народов). Интересы зачастую характеризуются многовекторностью, поэтому важной задачей является достижение компромисса, включающего разработку адекватной системы компенсационных платежей за причиненный ущерб и, так называемую, упущенную выгоду – стоимость недополученного дохода коренного жителя по причине реализации проекта.

Очевидно, что процесс промышленного освоения арктических территорий и мест компактного проживания коренных малочисленных народов Севера является определяющим фактором их дальнейшего экономического, социального, экологического и культурного развития. Арктика - это территория, где сходятся векторы государственного развития страны, поэтому неконфликтное сосуществование различных субъектов социально-экономических отношений должно быть обеспечено за счет механизмов гармонизации их интересов. В отличие от бизнеса, преследующего финансово-экономические цели, коренным народам свойственны потребности социально-экономического и экологического характера. Оптимизировать систему соотношений интересов и потребностей бизнеса и коренных народов - задача весьма сложная. Законодательство в Российской Федерации по

обеспечению коренных народов финансовыми гарантиями развито плохо. В отличие от нашей страны, вопросы компенсации убытков коренных народов, возникающих при промышленном освоении территорий традиционного природопользования, законодательно урегулированы в законах о распределении благ (benefit sharing) в США, Канаде, Австралии. В России подобное направление только развивается, имеются отдельные примеры реализации экономических прав коренных народов в ряде регионов страны. Такие системы правового регулирования позволяют коренным малочисленным народам, участвуя в процессе освоения территорий на правах партнера, сохранять культуру и традиции, обеспечивать рост своего благосостояния. Анализ опыта российских арктических территорий в реализации экономических прав коренных народов показывает, что закон об этнологической экспертизе, принятый в Якутии является начальной стадией развития системы партисипативного управления.

Сегодня в некоторых субъектах Российской Федерации разрабатываются и уже действуют законы о защите прав коренных малочисленных народов Севера и Дальнего Востока. Большим шагом на этом направлении явилось установление института уполномоченного по правам коренных малочисленных народов, действующего в регионах страны. Экологическая и этнологическая экспертизы инвестиционного проекта, проводимые с целью оценки степени влияния промышленного объекта на исконную среду обитания коренных народов, являются инструментами реализации государственной политики недропользования. Однако широкой практики данные инструменты, к сожалению, пока не получили. В настоящее время, Республика Саха (Якутия) является единственным регионом России, на территории которого правоотношения в сфере традиционного природопользования стали регулироваться, в том числе, на основе закона об этнологической экспертизе. В соответствии с Положением о проведении этнологической экспертизы, принятом в Республике Саха (Якутия) в 2011 г., заключение, подготовленное экспертной комиссией, должно содержать обоснованные выводы о недопустимости или возможности реализации хозяйственной и иной деятельности в местах традиционного проживания и традиционной деятельности малочисленных народов. Этнологическая экспертиза является научным исследованием о потенциальных изменениях исконной среды обитания малочисленных народов Севера и этноса в целом при условии промышленного освоения определенной территории. Тем самым подобные инструменты способствуют не только снижению социальной напряженности в местах компактного проживания коренных народов, но и поиску эффективных

путей их взаимодействия, как с органами власти, так и с компаниями-недропользователями. Тем самым подобные инструменты способствуют не только снижению социальной напряженности в местах компактного проживания коренных народов, но и поиску эффективных путей их взаимодействия, как с органами власти, так и с компаниями-недропользователями.

В настоящее время проблемы развития территорий традиционного природопользования при промышленном освоении являются предметом исследований представителей различных наук: экономики, права, этнологии, географии и региональной экономики, социологии и др.

Теоретические вопросы промышленного освоения Севера и территориального развития рассматриваются в работах Лаженцева В.Н., Лексина В.Н., Лузина Г.П. и др. В частности Лексин В.Н. предлагает комплексный подход к решению проблем социально-экономического развития коренных народов и общностей Севера России. В своих исследованиях Лаженцева В.Н. указывает, что данный процесс находится в процессе формирования³⁷.

Изменение территорий традиционного природопользования неразрывно связано с проблемами сохранения северных природных ресурсов. Данные вопросы широко освещены в работах Поисеева И.И. и Заморщикова А.А. В их исследованиях рассматривается влияние техногенного фактора на хрупкую северную природу в результате хозяйственной деятельности промышленных предприятия

Вопросы социальной ответственности компаний-недропользователей рассмотрены в работах Сосина П.В., который обосновывает необходимость существенного повышения уровня и качества жизни работников традиционных отраслей хозяйства (оленоводство, рыболовство, охотпромысел и рыболовство). В исследованиях Донского Р.И. представлены основные направления современного развития социальной инфраструктуры поселений традиционного проживания коренных малочисленных народов.

В дополнение имеющимся работам можно назвать И.В. Потравного, внесшего значительный вклад в развитие представлений о сущности этнологической экспертизы, компенсационном механизме и возможностях реализации принципа социальной ответственности при промышленном освоении территорий традиционного природопользования. Вопросы правовой защиты коренных народов Севера освещаются Слепцов А.Н., Витруком Н.В., Мищенко В.Л. в аспекте развития нормативно-правовой основы

³⁷ Лексин В.Н., Порфирьев Б.Н. Переосвоение Арктики как предмет системного исследования и государственного программно-целевого управления: вопросы методологии// Экономика региона. – 2015. – №4. – С. 9-20.

регулирования сферы традиционного природопользования, развития традиционного промысла.

Теоретические вопросы управления изменениями раскрыты в работах Филиппова Ю.В. и Мясниковой Т.А., в частности в отдельных главах обоснованы подходы управленческих приемов проактивной реакции на происходящие изменения.

Стоит отметить, что вопросы развития территорий традиционного природопользования связаны с рынком экосистемных услуг, рисков в сфере природопользования, функционирования особо охраняемых природных территорий. В этой сфере имеется значительный объем научных работ. Например, Бобылев С.Н. рассматривает механизмы компенсации экосистемных услуг в управлении природопользованием. Порфирьев Б.Н. исследует проблемы оценки рисков эколого-экономических взаимодействий и механизмы управления ими, а также в целом проблемы промышленного освоения арктических территорий.

Актуальность оценки и управления изменениями территорий традиционного природопользования при промышленном освоении зоны Арктики требует критического переосмысления ряда устоявшихся взглядов по сохранению и развитию территорий традиционного природопользования, коренных народов и старожильческих общностей Севера.

Оценка и управление изменениями территорий традиционного природопользования, включая вопросы промышленного освоения и жизнедеятельности коренных малочисленных народов Севера, предполагает учет следующих принципов:

- а) охрана, воспроизводство и рациональное использование природных ресурсов как необходимые условия обеспечения достойного качества жизни и благоприятной окружающей среды и экологической безопасности;
- б) обеспечение благоприятных условий жизнедеятельности человека;
- в) научно обоснованное сочетание экологических, экономических и социальных интересов человека, общества и государства в целях устойчивого развития и обеспечения благоприятной окружающей среды и экологической безопасности;
- г) соблюдение права человека на благоприятную окружающую среду и права человека на труд;
- д) приоритетность сохранения естественных экологических систем, природных ландшафтов и природных комплексов;
- е) развитие международного сотрудничества в решении глобальных экологических проблем и применении международных стандартов в области

охраны окружающей среды и обеспечения экологической безопасности и др.

Выступая на V Международном форуме «Арктика» Президент России Владимир Путин поручил Правительству разработать проект Стратегии развития Арктической зоны России до 2035 года. Необходимость актуализации основополагающих документов развития арктических территорий обуславливается повышенным вниманием к этому региону в последние годы не только со стороны бизнеса, органов власти, ученых, но и мирового сообщества: усложняются геополитические факторы, осваиваются новые месторождения, совершенствуются производственные технологии, строится и развивается транспортная инфраструктура, в Арктической зоне появляются новые участники социально-экономических отношений из стран Азии и Ближнего Востока. Эти процессы вызывают значительные изменения в структуре рынка труда, а также перемещении трудовых ресурсов, миграции населения.

Стратегия развития арктических территорий должна сосредоточиться не только на уже определенных ранее приоритетных направлениях, таких как социально-экономическое развитие, создание современной информационно-телекоммуникационной инфраструктуры и обеспечение экологической безопасности, но и на развитии человеческого капитала Арктики. Речь идет не только о совершенствовании кадрового потенциала предприятий, осуществляющих добычу природных ресурсов, но и развитии способностей, навыков и новых профессиональных компетенций населения, проживающего в труднодоступных населенных пунктах. Это, прежде всего, касается коренных малочисленных народов, традиционный уклад жизни которых претерпевает значительные изменения в связи с промышленным освоением арктических территорий.

Вопрос развития человеческого капитала неразрывно связан с решением проблем безработицы, показатели которой в регионах российской Арктики значительно выше, чем в стране в целом, рис. 2.1.1³⁸:

³⁸ Официальная статистическая информация о социально-экономическом развитии Арктической зоны Российской Федерации в 2019 году [Электронный ресурс] федеральная служба государственной статистики URL: http://www.gks.ru/free_doc/new_site/region_stat/calendar1-2019.htm (дата обращения 18.05.2019 г.)



Рисунок 2.1.1. Уровень безработицы: Арктическая зона Российской Федерации, %.

Сегодня наибольшей проблемой для Арктики является дефицит кадров. Рынок труда арктических регионов характеризуется наличием противоречий. С одной стороны имеется значительный провал в высококвалифицированных кадрах, с другой – большое количество населения является безработными в силу отсутствия мест трудоустройства или достаточных навыков и компетенций. Масштабное освоение арктического шельфа и месторождений в тундре позволяет прогнозировать дальнейшее совершенствование применяемых производственных технологий, что связано также с ужесточением экологических требований. Динамика, представленная на рис. 2.1.2, подтверждает данное предположение. Следует ожидать рост инноваций в сфере добычи нефти и газа, прокладки трубопроводов, применении антикоррозионных материалов, систем контроля и мониторинга, мобильных и быстровозводимых сооружений, энергоэффективного и ресурсосберегающего оборудования. Все это повышает требования к рабочей силе, усложняет доступ на рынок труда работников с низкой квалификацией.

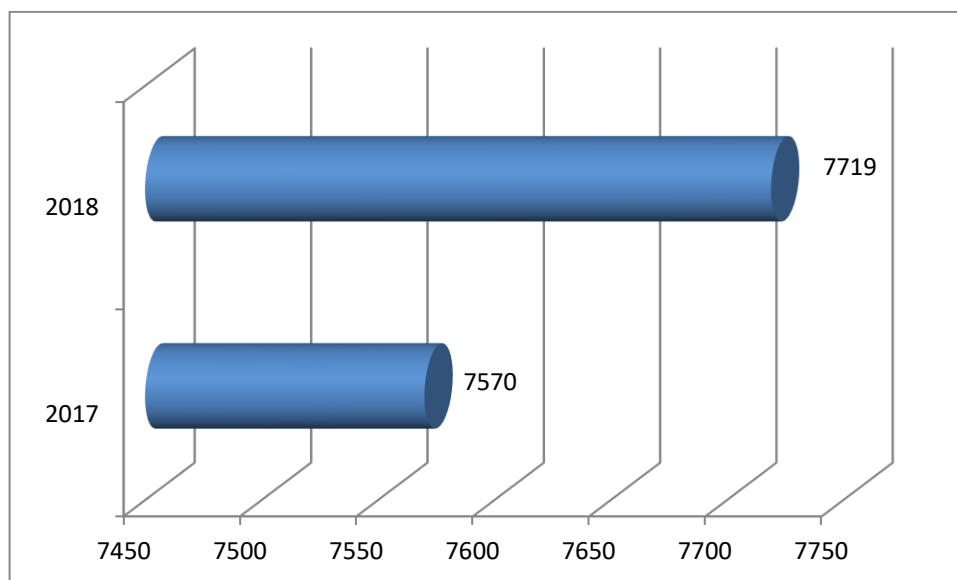


Рисунок 2.1.2. Число используемых передовых производственных технологий: Арктическая зона Российской Федерации, ед.

Бизнес решает проблему комплектации кадров для реализации проектов по промышленному освоению в Арктике преимущественно вахтовым методом. На такой основе функционируют множество предприятий Ямала, Якутии, Магаданской области. Однако потребности Арктики не ограничиваются только работниками в промышленной отрасли. Населенные пункты северных регионов нуждаются в кадрах в таких сферах как здравоохранение, образование, услуги и питание. Чтобы привлечь высококвалифицированного специалиста в регион для постоянного проживания необходимо создание соответствующих социально-экономических условий, включая высокую заработную плату и качественное жилье. Однако потребности экономики и социальной сферы арктических территорий могут быть удовлетворены за счет использования внутренних ресурсов, тех людей, которые проживают в Арктике постоянно. Такой подход предусматривает реализацию долгосрочной программы по развитию человеческого капитала северных регионов. Невозможно говорить об устойчивом развитии Арктики без соблюдения основного условия - постоянного проживания населения, что в свою очередь требует наличия развитой социальной инфраструктуры.

В настоящее время в арктических регионах России лишь некоторые предприятия проводят долгосрочную политику по развитию человеческого капитала тех территорий, где они осуществляют свою хозяйственную деятельность. В частности, в Республике Саха (Якутия) интересен опыт АО «Алмазы Анабара» - одного из крупнейших предприятий горнодобывающей

промышленности региона. Кадровая политика компании строится не на получении краткосрочного эффекта от деятельности трудовых мигрантов и дешевой рабочей силы, а на основе развития трудовых ресурсов внутри республики. Несколько лет предприятием реализуется собственная образовательная программа под названием «Путевка в жизнь». Данная программа предполагает обучение молодого специалиста, прохождение производственной практики с последующим трудоустройством на горно-добычных участках компании. Более того, АО «Алмазы Анабара» возмещает затраты на обучение после успешного окончания программы и найма на работу. Всего за 6 лет работы реализации образовательной программы таким образом получили квалификацию и были трудоустроены 428 человек. На предприятии успешно развивается институт наставников, когда опытными специалистами-кураторами передаются знания и навыки молодому поколению. Стоит отметить, что в целях поддержки молодежи из сельских, преимущественно арктических районов, программой предусмотрены льготные условия для обучения. К таким категориям будущих молодых специалистов относятся коренные малочисленные народы Севера, дети из многодетных, малообеспеченных семей или оставшихся без попечения родителей. Данные о результатах реализации программы, показали, что около 48% всех задействованных на приисках компании – это молодые люди в возрасте 18-35 лет, 97% от всего списочного состава работников составляют жители Республики Саха (Якутия). Ежегодно на реализацию программы «Путевка в жизнь» предприятием направляется 12 млн. руб.³⁹ Учитывая, что компания постоянно участвует в тендерах по освоению новых горно-добычных участков, расширяет географию своей деятельности, на предприятии формируется кадровый резерв из уже обученных молодых специалистов. Следует отметить, что приоритет при найме на работу отдается жителям тех районов, где ведется добыча. Такие обязательства бизнеса зафиксированы в соглашениях о социально-экономическом развитии, которые заключают недропользователи с муниципальными органами власти, которые тем самым гарантируют получение дополнительных доходов в местные бюджеты за счет налоговых отчислений⁴⁰.

³⁹ Потравный И. М., Баглаева В. О. Об интеграции задач экологического аудита и этнологической экспертизы при обосновании проектов хозяйственного освоения территории// Горизонты экономики. — 2015. — № 5 (24). — С. 44—47.

⁴⁰ Постановление Правительства Республики Саха (Якутия) от 6 сентября 2011 г. № 428 об утверждении «Положения о порядке организации и проведения этнологической экспертизы» [Электронный ресурс] Официальный информационный портал Республики Саха (Якутия). – Режим доступа: http://www.sakha.gov.ru/special/sites/default/files/doc/2011_09/6/428.pdf.

Таким образом, развитие человеческого капитала Арктики является стратегической задачей государства и бизнеса. Перспективы интенсификации промышленного освоения арктических территорий актуализируют вопрос разработки новых подходов в сфере образования, а также совершенствования социально-экономических условий.

В настоящее время в российской Арктике реализуется ряд проектов и программ, направленных на устойчивое социально-экономическое развитие данного региона. Как отмечают Лексин В.Н. и Порфирьев Б.Н., переосвоение Арктики будет результативным, если будут созданы условия для согласования интересов и мер экономической, социальной и природоохранной направленности, включая задачи учета интересов коренных малочисленных народов Севера (КМНС) при реализации стратегии комплексного развития этой зоны⁴¹.

Значительная часть Республики Саха (Якутии) находится в арктической зоне, где сосредоточены крупнейшие месторождения полезных ископаемых⁴². В регионе идет процесс активного промышленного освоения территории, что связано с вовлечения природных ресурсов в хозяйственный оборот, с социально-экономическим развитием данных территорий. Многие месторождения полезных ископаемых, энергетического сырья в той или иной мере затрагивают территории традиционного природопользования (ТТП), в связи с чем возникает необходимость разработки механизма согласования интересов всех целевых групп, заинтересованных сторон, включая инвестора, добывающие компании, органы местного самоуправления, КМНС и их родовые общины⁴³. В то же время следует отметить, что для защиты своих интересов и прав, сохранения исконной среды обитания КМНС формируют и законодательно закрепляют ТТП, где ограничена хозяйственная деятельность. Также инструментами обеспечения устойчивого развития ТТП выступают этнологическая экспертиза инвестиционных проектов и механизм компенсаций причиненного ущерба КМНС.

Как отмечают сами представители КМНС на общественных слушаниях по вопросам промышленного освоения российской Арктики, включая и ТТП, реализация инвестиционных проектов важна для социально-

⁴¹ Лексин В.Н., Порфирьев Б.Н. Переосвоение Арктики как предмет системного исследования и государственного программно-целевого управления: вопросы методологии// Экономика региона. – 2015. – №4. – С. 9-20.

⁴² Потравный И. М., Баглаева В. О. Об интеграции задач экологического аудита и этнологической экспертизы при обосновании проектов хозяйственного освоения территории// Горизонты экономики. — 2015. — № 5 (24). — С. 44—47.

⁴³ Гассий В.В., Попова И.М., Потравный И.М. Оценка ущерба коренным малочисленным народам Севера в управлении природопользованием в Арктической зоне// Природные ресурсы и комплексное освоение прибрежных районов Арктической зоны. Сб. научных трудов. - Архангельск: Федеральный исследовательский центр комплексного изучения Арктики, 2016, с. 103-108.

экономического развития региона. Развитие промышленности в Арктике является важным для будущих поколений, поэтому нужно сотрудничество местных органов управления, КМНС и их родовых общин с компаниями, которые работают в регионе. Очевидно, что в регионах, где работают крупные компании, должны заключаться соглашения о сотрудничестве в социально-экономической сфере и устанавливаться партнерские отношения. С другой стороны, как показывают социологические исследования, жители, проживающие на ТТП, обеспокоены реализацией ряда крупных инвестиционных проектов без должного учета экологических и этнологических факторов, которые могут привести к нарушению исконной среды обитания КМНС, разрушению их гармонии с окружающей средой, нарушению условий традиционного природопользования⁴⁴. В этих условиях создаваемые ТТП являются одновременно условием и фактором обеспечения устойчивого развития, сохранения исконной среды обитания, биоразнообразия, этноса и культуры КМНС, а также, учитывая имеющийся здесь природно-ресурсный потенциал, они призваны дать импульс для социально-экономического развития региона на принципах «зеленой» экономики⁴⁵.

Территории Восточной Сибири и Дальнего Востока переживают эпоху активного промышленного освоения, что дает основание прогнозировать рост количества точек пересечения интересов компаний-недропользователей и коренного населения на территориях традиционного природопользования. В связи с чем возникает вопрос: возможно ли сотрудничество КМНС с добывающими компаниями на территориях, связанными с традиционными видами хозяйствования? Такой вопрос можно рассматривать с нескольких сторон.

Сейчас доминирует подход, согласно которому компании, осуществляя свою деятельность на ТТП, ухудшают условия жизни КМНС, разрушают исконную среду их обитания. Безусловно, реализация проектов промышленного освоения ТТП так или иначе затрагивает природу, влияет на традиционные сферы деятельности КМНС (северное оленеводство, охота, рыбная ловля, сбор дикоросов), оказывает негативное воздействие на культуру и их образ жизни. Последнее может проявляться также в ассимиляции этих КМНС с другими народами. Однако нельзя утверждать, что промышленное

⁴⁴ Novoselov A., Potrannii I., Novoselova I., Gassiy V. Conflicts Management in Natural Resources Use and Environment Protection on the Regional Level // Journal of Environmental Management and Tourism: ASERS Publishing. – Vol. 7. – No 3 (15). – Fall 2016. – pp. 407-415.

⁴⁵ Потравный И.М., Гассий В.В., Тамбовцева Т.Т. Этнологическая экспертиза как инструмент согласования интересов целевых групп в сфере традиционного природопользования// Экономика природопользования. – 2016. – №3. – С. 80-92.

освоение территорий традиционного природопользования ведет только к разрушению исконной среды обитания и обычаев, культуры коренных малочисленных народов Севера. Необходимо рассматривать и другой важный аспект: что приносят эти компании для социально-экономического развития данной территории, создания условий для достойной жизни КМНС, сохранения их культуры и языка. Другими словами, надо объективно сопоставлять и оценивать все стороны взаимодействия добывающих компаний с родовыми общинами КМНС, с местными и региональными органами власти.

Следует отметить, что в Республике Саха (Якутия) накоплен определенный опыт применения процедуры этнологической экспертизы проектов в хозяйственной практике. Для указанных целей разработаны и приняты соответствующие законодательные акты, которые определяют нормативно-правовые основы, порядок организации и проведения этнологической экспертизы⁴⁶. Как правило, обсуждения проекта начинаются с общественных слушаний на местном уровне. На таких слушаниях обсуждается суть проекта, предложений, выслушиваются мнения и интересы заинтересованных сторон. По сведениям Министерства по развитию институтов гражданского общества Республики Саха (Якутия) по результатам проведения этнологической экспертизы (ОВЭС) 8 недропользователей получили нормативно-правовой акт в виде официального согласия Правительства Республики Саха (Якутия) о проведении намеченной деятельности.

В настоящее время сложился определенный механизм экономического регулирования деятельности при промышленном освоении территории, в том числе в местах традиционного проживания КМНС. Одним из центральных вопросов при проведении ОВЭС и дальнейшей реализации проекта является компенсация нанесенного вреда⁴⁷. Как показывает анализ, размеры компенсаций при реализации проектов могут существенно отличаться: от 496 тыс. руб. в год для районов падения отработанных ступеней ракет (Вилуйский, Верхневилуйский, Жиганский, Олекминский, Алданский районы) до 4 186 тыс. руб. в год для лицензионного участка по добыче алмазов на р. Большая Куонамка и р. Талахта. Такое положение связано с

⁴⁶Постановление Правительства Республики Саха (Якутия) от 06 сентября 2011 года № 428 «Об утверждении Положения о порядке организации и проведения этнологической экспертизы [Электронный ресурс]официальный сайт Правительства Республики Саха (Якутия). – Режим доступа: http://www.sakha.gov.ru/special/sites/default/files/doc/2011_09/6/428.pdf.

⁴⁷ Киприянова Л.Д. Арктические особо охраняемые природные территории Республики Саха (Якутия) и их проблемы // Арктика XXI век. – 2014. – 1 (1). – С. 4-8.

несовершенством действующей методики оценки убытков при промышленном освоении территории⁴⁸.

Многие природные блага, которыми пользуются КМНС, не всегда имеют рыночную стоимость, так как они не реализуются на рынке, а потребляются местными жителями для удовлетворения своих нужд (например, некоторые ягоды, рыба, дикоросы и др.). Как отразить эти блага при оценке ресурсной продуктивности территории и оценить упущенную выгоду, если нет цены на эти продукты? Ответом на этот вопрос может явиться разработка для республики собственных экономических нормативов для оценки природных благ, экосистемных услуг природного капитала, которые могут использоваться для оценки причиненного вреда⁴⁹. Требуется совершенствование и механизм распределения средств, поступивших в рамках компенсации причиненного вреда КМНС. На наш взгляд, важно, чтобы все стороны, которые могут быть связаны с реализацией проектов, получали компенсацию, определенную выгоду: это касается и родовых общин, и работников бюджетной сферы, и пенсионеров, и жителей других территорий улуса, которые непосредственно не связаны с реализацией проекта, но их интересы как жителей могут быть затронуты. Такие выплаты могут производиться как в рамках Соглашений между заинтересованными сторонами, так и в рамках формирования фондов социально-экономического развития данных территорий.

Одной из форм участия коренных малочисленных народов Севера в со-управлении проектами является выделение каждому жителя района, где ведутся такие работы, акций добывающих компаний (или продажа части акций добывающей компании по льготной цене)⁵⁰. Такие вопросы, к примеру, ставились в отношении алмазодобывающих компаний (АК «АЛРОСА») и компаний, ведущих разведку и добычу углеводородного сырья (ОАО «НК «Роснефть»). Отдельные авторы предлагают использовать для экономического регулирования подобных проектов механизм изъятия и перераспределения природной (горной, арктической) ренты⁵¹.

⁴⁸ Семенов А.В., Руденко Ю.С., Разовский Ю.В. Геополитическая стратегия развития арктического капитала // Геополитика и безопасность. 2015. - № 3 (31). - С. 57-60.

⁴⁹ Гассий В.В., Потравная Е.В., Кузнецов И.В., Захаров С.А. Согласование интересов целевых групп в сфере недропользования: социально-экономические, экологические и этнографические аспекты // Недропользование. XXI век. - 2016. - №2 (59). - С. 90-97.

⁵⁰ Гассий В. В. Региональные аспекты формирования механизмов обеспечения социальной ответственности бизнеса. — М.: Экономика, 2014. — 179 с.

⁵¹ Слепцов А. Н. Вопросы нормативного закрепления этнологической экспертизы в местах традиционного проживания и хозяйственной деятельности коренных малочисленных народов Севера на примере Якутии // Юрист. — 2017. — № 19. — С. 42—46.

Анализ показывает, что в ряде случаев имеет место попытка возложить ответственность и финансовые расходы по развитию территории с органов государственного управления (регионального и местного значения) на добывающие компании. Это приводит к тому, что уже сами добывающие компании, осуществляющие деятельность на ТТП, заинтересованы на законодательном уровне установить границу допустимого изъятия средств из их прибыли на эти цели. Некоторые специалисты предлагают установить долю отчислений компании на социально-экономического развитие территории из прибыли (например, 10% для алмазодобывающих предприятий)⁵².

Для создания механизма финансирования проектов устойчивого развития территории предлагается сформировать систему компенсаций (платежей) или выделения трансфертов бюджетам субъектов Российской Федерации в качестве платы за «экосистемные услуги». Для этих целей возможно отнесение средств, направляемых компаниями на финансирование работ по сохранению биологического разнообразия в рамках реализации корпоративных политик, на затраты, а также возможность направления части платежей за загрязнение со стороны природноресурсных компаний на мероприятия по охране окружающей среды.

Заключение

В условиях активного процесса промышленного освоения природных богатств российской Арктики создание территорий традиционного природопользования играет важную роль для защиты интересов и прав, сохранения исконной среды обитания коренных малочисленных народов Севера. С одной стороны, особый порядок регулирования хозяйственной деятельности, необходимость жесткого учета экологических и этнологических факторов при обосновании и реализации проектов на данных территориях может выступать определенным сдерживающим фактором для компаний, занимающихся освоением природных богатств на территориях традиционного проживания коренных малочисленных народов Севера. С другой стороны, с учетом имеющегося природно-ресурсного потенциала, проведения требуемой в законодательном порядке процедуры этнологической экспертизы проектов и согласования интересов всех заинтересованных сторон, данные территории одновременно являются мощным фактором устойчивого социально-экономического развития региона. Для смягчения возможных

⁵² Игнатъева М. Н., Логинов В. Г., Литвинова А. А. и др. Экономическая оценка вреда, причиняемого арктическим экосистемам при освоении нефтегазовых ресурсов // Экономика региона. — 2014. — № 1 (37). — С. 102—111. — DOI: 10.17059/2014-1-9.

негативных социальных, культурных и этнологических последствий в местах традиционного проживания коренных малочисленных народов Севера, в случае нанесения вреда их среде обитания и здоровью необходимо заключение Соглашений о социально-экономическом сотрудничестве между природопользователем (инвестором, инициатором проекта), органами государственной власти и местного самоуправления, коренными родовыми общинами, их общественными организациями по поддержке согласованных инициатив, обеспечивающих устойчивое развитие и сохранение культуры и исконной среды обитания коренных малочисленных народов Севера при реализации проекта.

Глава 2.2. Исходная пространственная основа при экологическом мониторинге хозяйственно освоенных территорий

2.2.1. Геодезические сети городов на современном этапе

В современном мире ежедневно ведутся различного рода процессы влияющие на экологию, расширяются города, прокладываются дороги во все уголки планеты, создаются новые промышленные предприятия. И все эти процессы основываются на решении различных технологических аспектов. Одним из них является геодезия.

Для ведения любого вида геодезических, кадастровых, экологических и строительных работ, необходимо выполнять различные измерения ⁵³. Большую часть из них производят в полевых условиях на местности. За исходные отправные точки измерений берут известные координаты точек, обозначенные специальными метками. Такие точки обычно называют геодезическими пунктами. Они всегда являются неотъемлемыми элементами наземных геодезических сетей. Все данные по этим пунктам, как правило, соответственно оформляются, систематизируются и каталогизируются.

Совокупность равномерно расположенных по всей территории и закрепленных на местности специальными центрами пунктов составляет государственную геодезическую сеть (ГГС).

ГГС также включает в себя пункты с постоянно действующими наземными станциями спутникового автономного определения координат на основе использования спутниковых навигационных систем с целью обеспечения возможностей определения координат потребителями в режиме, близком к реальному времени.

В зависимости от сроков использования пунктов в работе их можно выделить в группы:

- постоянные, с продолжительным сроком их эксплуатации;
- временные, которые применяются на определенный срок строительства какого-то объекта или время выполнения съемки.

В данном разделе будут рассмотрены только постоянные пункты.

⁵³ Куражова Ю. В. Сохранность геодезической сети города Вологды // Наука и Просвещение. — 2017. — С. 274-278.

Обширное развитие ГГС началось в послевоенное время в связи с восстановлением и развитием народного хозяйства страны. В то время была разработана новая программа построения государственной геодезической сети СССР, опирающаяся на огромный опыт астрономо-геодезических работ в нашей стране⁵⁴. Построение государственной геодезической сети осуществлялось в соответствии с принципом перехода от общего к частному. Государственная геодезическая сеть подразделялась на сети I, II, III и IV классов, которые различались точностью измерений углов и расстояний, длиной сторон сети и очередностью последовательного развития. Более точной и протяжённой являлась геодезическая сеть I класса, которая предназначалась для научных исследований, связанных с изучением формы и размеров Земли, а также для распространения единой системы координат на всю территорию СССР. Внутри полигонов I класса строилась сплошная сеть II класса. Геодезические сети II класса являлись основой для развития сетей III и IV классов. К пунктам всех государственных сетей предъявлялись требования надежности и главное их не подвижности во времени. Все геодезические пункты создавались из двух частей: подземной и наземной. Первая – центры, на которых производят измерения, и фиксируются однозначные координаты. Вторая – сигналами различных видов и высот, на которые ведутся наведения инструментов с других точек⁵⁵.

Также развивались пункты сетей сгущения 1, 2 разрядов, которые обеспечивали продолжение покрытия территорий регионов геодезическим опорным обоснованием. Исходными точками при выполнении сгущения сетей были приняты пункты государственных сетей высших классов (от I до IV).

Места закладки пунктов выбирались с учетом возможности длительной сохранности и хорошей видимости с других станций.

Геодезические технологии со временем менялись, внедрялись более современные, быстрые и точные методы.

Благодаря развитию глобальных навигационных спутниковых систем ГЛОНАСС и GPS геодезическая сеть переходит на качественно новый, более высокий уровень точности. В 1995 году было принято решение о переработке старой и формированию новой структуры геодезической сети в

⁵⁴ Куражова Ю. В. Способы закрепления пунктов на современном этапе // Ассоциация научных сотрудников "Сибирская академическая книга". — 2017. — № — С. 32-34.

⁵⁵ Типы знаков и их закладка - Инженерная защита Библиотека инженера-геодезиста [Электронный ресурс]: офиц. сайт. - Режим доступа: <https://injzashita.com/tipi-znakov-i-ix-zakladka.html>.

России. Такая сеть стала включать в себя геодезические построения различных классов точности:

- фундаментальную астрономо-геодезическую сеть (ФАГС),
- высокоточную геодезическую сеть (ВГС),
- спутниковую геодезическую сеть 1 класса (СГС-1),
- геодезические сети специального назначения.

В указанную систему построений вписываются также существующие сети триангуляции и полигонометрии I-IV классов.

На основе новых высокоточных пунктов спутниковой сети создаются постоянно действующие дифференциальные станции с целью обеспечения возможностей определения координат потребителями в режиме близком к реальному времени. В силу высоких требований дифференциальных станций к развитию телекоммуникационной инфраструктуры, они располагаются обычно в городах.

По мере развития сетей ФАГС, ВГС и СГС-1 выполняется уравнивание ГГС и уточняются параметры взаимного ориентирования геоцентрической системы координат и системы геодезических координат СК-95⁵⁶.

Фундаментальная астрономо-геодезическая сеть – высший уровень в структуре координатного обеспечения территории России. Она служит исходной геодезической основой для дальнейшего повышения точности пунктов государственной геодезической сети. Она состоит из постоянно действующих и периодически определяемых пунктов, формирующих единую сеть на территории Российской Федерации.

Второй уровень в современной структуре ГГС занимает высокоточная геодезическая сеть, основные функции которой состоят в дальнейшем распространении на всю территорию России геоцентрической системы координат и уточнении параметров взаимного ориентирования геоцентрической системы и системы геодезических координат. ВГС, наряду с ФАГС, служит основой для развития геодезических построений последующих классов, а также используется для создания высокоточных карт высот квазигеоида.

Третий уровень в современной структуре ГГС занимает спутниковая геодезическая сеть 1-го класса. Она представляет собой пространственное

⁵⁶ Заварин Д. А., Белый А. В. Контроль точности определения плановых координат специализированных геодезических сетей // Вузовская наука _региону. — 2009. — №. — С. 261-263.

геодезическое построение, создаваемое по мере необходимости, в первую очередь, в экономически развитых районах страны, состоящее из системы легкодоступных пунктов с плотностью, достаточной для эффективного использования всех возможностей спутниковых определений потребителями.

Наряду с основными геодезическими сетями существуют геодезические сети специального назначения. Они создаются в тех случаях, когда дальнейшее сгущение пунктов ГГС экономически нецелесообразно или когда требуется особо высокая точность геодезической сети. Геодезические сети специального назначения создаются в единых государственных системах координат или в установленном порядке в местных системах координат.

На территории города Вологды геодезическая сеть представлена городской сетью специального назначения. В нее входят пункты полигонометрии (ПП), стенные знаки (СЗ) (Рисунок 2.2.1, а), реперы (Рисунок 2.2.1, б) и высотные пункты⁵⁷.



а)

б)

Рисунок 2.2.1 - Стенной знак (а), стенной репер (б)

Так как от состояния геодезических пунктов зависят гидрологические, экологические, геодезические, геологические изыскания, инженерно-маркшейдерские, инженерно-геодезические, топографические, землеустроительные и кадастровые работы, крайне важно следить за сохранностью данных пунктов. Согласно Положению о государственном геодезическом надзоре за геодезической деятельностью, утвержденному постановлением Правительства РФ от 28.03.2000г. № 273 учет пунктов государственной геодезической сети и осуществление сбора сведений об их сохранности одна из основных задач государственного геодезического надзора⁵⁸. На сегодняшний день функции государственного геодезического надзора на

⁵⁷ Куражова Ю. В. Способы закрепления пунктов на современном этапе // Ассоциация научных сотрудников "Сибирская академическая книга". — 2017. — № — С. 32-34.

⁵⁸ Постановление Правительства РФ от 28.03.2000г. № 273 // Российская газета. URL: <https://rg.ru>.

территории РФ, а в частности и города Вологды в области геодезической и картографической деятельности осуществляет Росреестр.

Обязанность сохранять геодезические знаки на земельных участках вменена землепользователям статьей 42 Земельного кодекса Российской Федерации. При этом Кодексом Российской Федерации об административных правонарушениях предусмотрена административная ответственность за уничтожение, повреждение или снос пунктов государственных геодезических сетей⁵⁹.

Но, несмотря на меры, принимаемые для сохранения пунктов, все же они подвергаются внешним воздействиям и далеко не все остаются в целостности. При производстве дорожных ремонтных работ, а также при проложении новых дорог пункты полигонометрии закатываются в асфальт. Во время ремонта или реставрации фасадов зданий стенные знаки закрывают под новым облицовочным материалом. При проектировке новых строений не всегда учитывают пункты и сносят их. Происходит похищение материалов, из которых они изготовлены. Также зачастую пункты уничтожают не только люди далекие от геодезии, но и сами геодезисты – при выполнении геодезических работ спиливают сигнал, который создает помехи для спутниковых наблюдений. Так же влияют на сохранность природные факторы.

Следует учитывать, что дальнейшее развитие и установка геодезических пунктов практически не ведется. Развитие сетей производится только путем установки базовых референчных станций ГНСС. Данные таких станции отвечают многим параметрам и способствуют развитию информационного общества, но их невозможно использовать в традиционных геодезических методах измерения с применением теодолита, электронного тахеометра и нивелиров.

Таким образом, можно сделать вывод, что, несмотря на контроль государственных органов за сохранностью геодезических пунктов, не все пункты должным образом соответствуют требованиям. И, исходя из этого, возникает трудность выполнения каких-либо работ, связанных с геодезией и геодезическими измерениями.

⁵⁹ Земельный кодекс Российской Федерации от 25.10.2001 N 136-ФЗ (ред. от 03.07.2016). – Москва: Омега-Л, 2016. – 63 с.

2.2.2. Исследование пространственного распределения геодезических пунктов на территории города Вологды. Сохранность геодезической сети города Вологды

Город – сложная, многофункциональная структура, в которой ежедневно происходит множество разнообразных процессов. Расширяются границы, застраиваются новые районы, прокладываются дороги, создаются парки, скверы и зоны отдыха, развивается городская инфраструктура. Для развития инфраструктуры необходимо выполнять множество технико-технологических процессов. И чтобы пространственное положение этих процессов фиксировались и обновлялись без задержек необходимо наличие функционирующей геодезической основы.

На территории города Вологды исходная геодезическая основа представлена городской сетью специального назначения, которая содержит различные постоянные и временные геодезические пункты, не равномерно расположенные по всей территории⁶⁰.

Постоянную основу составляют:

- стенные знаки;
- стенные реперы;
- пункты полигонометрии;
- объекты с известными координатами.

Стенной знак представляет собой металлический стакан, изготовленный из малоуглеродистой стали, который вмонтирован в стену (цоколю) здания или сооружения на высоте 0,3—1,2 м от поверхности земли. Центром знака служит отверстие диаметром 2 мм и глубиной 5 мм, просверленное в верхней части диска знака. Наиболее устойчивы и долговечны знаки, закрепленные в стенах капитальных зданий, мостов и плотин.

У стенного репера центром служит отверстие диаметром 2 мм и глубиной 5 мм, находящееся в верхней части сферической головки, на которую передается высотная отметка.

В качестве стенных знаков и реперов могут использоваться металлические штыри, железнодорожные костыли, болты длиной 10—15 см.

В городах центры пунктов закрепляются, как правило, стенными знаками. Они имеют значительные преимущества по сравнению с грунтовыми, которые при густой сети подземных коммуникаций (газ, водопровод,

⁶⁰ Шушкова А. Н. Исследование пространственного распределения пунктов опорной межевой сети в Вологодской области // Наука и Просвещение. - 2018. - № - С. 233-236.

канализация, теплофикации, кабельные прокладки) либо попадают под дорожное покрытие, либо уничтожаются. Кроме того, снежный покров и обледенение в зимнее время значительно затрудняют разыскивание и пользование грунтовыми знаками⁶¹.

Пункты полигонометрии состоят из двух основных частей: центра пункта (подземная часть) и сигнала (наружная часть).

Подземный центр является носителем координат геодезического пункта. Он состоит из железобетонного пилона, устанавливаемого в нижней части на бетонный якорь. Якорь должен быть заложен ниже глубины промерзания грунта. В верхней части пилона укрепляют чугунную марку, к метке на которой относятся координаты пункта.

Наружные знаки устанавливают над подземным центром для обеспечения взаимной видимости между смежными геодезическими пунктами. В качестве наружных знаков используют деревянные или металлические пирамиды и сигналы. Они вверху заканчиваются визирным цилиндром, ось которого должна находиться на одной отвесной линии с центром марки подземного центра.

Помимо основных геодезических пунктов существуют высотные объекты, у которых, обычно, на верхней отличительной части известны координаты. На территории города Вологды такими объектами являются антенна вологодского телецентра, яблоко креста колокольни Софийского Собора (Рис. 2.2.2), водонапорная башня на территории кирпичного завода, купола многих церквей.

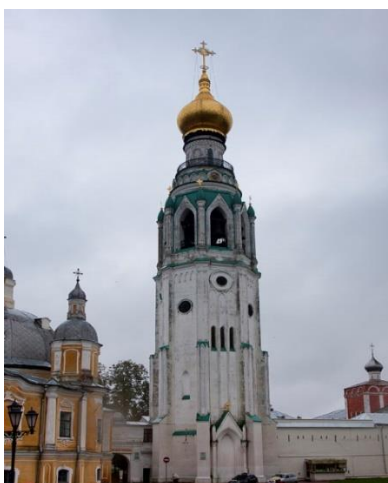


Рисунок 2.2.2. Колокольня Софийского Собора с закоординированным шпилем

⁶¹ Куражова Ю. В. Геодезические сети городов на современном этапе. Инновационное развитие современной науки: проблемы, закономерности, перспективы. Сборник статей IV Международной научно-практической конференции. В 2-х частях. — Пенза: МЦНС «Наука и Просвещение», 2017. — С. 238-241.

Также существуют временные пункты – деревянные или бетонные столбы, металлические штыри. Их закрепляют в земле на глубину до 2 м. В верхней части такого знака крестом, точкой или риской отмечают местоположение центра или точки с высотной отметкой. При наличии твердого покрытия и отсутствии интенсивного движения транспорта используют штыри из отрезков арматуры и труб, деревянные столбики.

Но, несмотря на достаточное количество пунктов, они, по ряду причин, уничтожаются: при производстве дорожных ремонтных работ, а также при проложении новых дорог пункты полигонометрии закатываются в асфальт; во время ремонта или реставрации фасадов зданий стенные знаки уничтожаются или закрывают под новым облицовочным материалом; при проектировке новых строений не всегда учитывают пункты и сносят их.

На территории города Вологды расположены все виды геодезических пунктов (Ошибка! Источник ссылки не найден.).

Таблица 2.2.1

Геодезические пункты города Вологды

Название геодезического пункта	Количество
Пункты полигонометрии	604
Стенные знаки	961
Стенные реперы	226
Объекты с известными координатами	11
Временные пункты	355
Всего:	2157

В процессе исследования производился учет сохранности пунктов по данным каталога и по факту их наличия на выбранном участке (Таблица 2.2.2).

Таблица 2.2.2

Сравнение данных каталога и фактического наличия

Название геодезического пункта	Количество пунктов по каталогу	Количество пунктов по факту
Пункты полигонометрии	16	0
Стенные знаки	32	26
Стенные реперы	2	2
Объекты с известными координатами	1	1
Временные пункты	0	0
Всего:	49	29

Исходя из сведений, приведенных в Таблице 2.2.2, можно сделать вывод, что количество пунктов из каталога значительно отличается от их

наличия на выбранном участке. Эта нехватка влечет за собой целый ряд проблем:

- отсутствие пунктов полигонометрии снижает нормативную плотность пунктов геодезической сети;
- недостаточное количество стенных знаков и реперов затрудняют использование традиционных геодезических приборов (теодолита, нивелира) при строительстве и эксплуатации зданий;
- а также при геодезических и экологических изысканиях привязка к исходным пунктам становится затруднительней, так как приходится брать более отдаленные пункты⁶².

Таким образом, можно сделать вывод, что на территории города Вологды городская сеть специального назначения, представленная геодезическими пунктами, развита не в достаточном количестве для функционирования в полной мере экологических, строительных, кадастровых и геодезических работ. Из выбранных пунктов 41% является уничтоженным или недействительным, что говорит о достаточной низкой степени сохранности геодезических пунктов.

2.2.3. Исследование геодезической сети города Вологды и Вологодской области

Город – сложный механизм, включающий в себя различные структуры, которые тесно взаимосвязаны друг с другом. Для совершенствования данных структур необходимо выполнять множество различных технико-технологических процессов. Для проведения экологического мониторинга в городе крайне необходимо определять координатные и высотные характеристики зданий и сооружений. Данный процесс осуществляется путем привязки к геодезическим пунктам, имеющим планово-высотное обоснование.

На территории Вологодской области геодезическая основа представлена государственной геодезической сетью, которая содержит различные постоянные (стенные знаки; стенные реперы; пункты полигонометрии; объекты с известными координатами) и временные геодезические пункты.

На территории Вологодской области закреплено 2129 пунктов государственной геодезической сети. Пункты распределены по области

⁶² Заварин Д. А., Белый А. В. Контроль точности определения плановых координат специализированных геодезических сетей // Вузовская наука _региону. — 2009. — №. — С. 261-263.

равномерно, с достаточной плотностью (длина стороны хода от 5 до 25 км). Количество пунктов незначительно уменьшается только у границы с южной стороны, также пунктов нет в местах расположения крупных водоемов (оз. Белое, оз. Кубенское, оз. Воже). Максимальное расстояние между пунктами государственной геодезической сети 57 км, минимальное – 1,8 км. Плотность – 0.01 пункт на кв. км.



Рисунок 2.2.3. Схема расположения пунктов государственной геодезической сети на территории Вологодской области

Но, не смотря на соответствие плотности пунктов нормативам, использование их на малозастроенной территории крайне затруднено. Для проведения теодолитной съемки с использованием электронного тахеометра допустимая максимальная длина хода – 6 км, а среднее расстояние между пунктами по области – от 8-10 км. То есть, используя данный метод, будет нарушен норматив проведения съемки и снижена нормативная точность измерения. В данном случае, решением данной проблемы может послужить использование ГНСС-оборудования. Данное оборудование позволяет производить измерения на расстояние 30-50 км от исходных пунктов в режиме кинематика, (ГНСС-приемник остается неподвижным длительное время 5-20 минут), с точностью до нескольких сантиметров, а в районах с хорошо развитой инфраструктурой и с наличием сотовой связи возможно

использование режима RTK (ГНСС-приемник остается неподвижным непрерывное время 10-30 секунд)⁶³.

Но ГНСС-технологий зачастую сложно использовать в городской среде в связи с высокой застройкой и большим количеством электромагнитных помех в виде антенн, вышек сотовой связи и систем глушения радиосигнала на режимных объектах. Поэтому на застроенных территориях целесообразно использование теодолитной съемки с помощью электронного тахеометра.

Также одной из проблем является то, что на данном этапе развитие геодезической сети практически не производится. Но возможным решением данной проблемы является развитие сети базовых референц-станций с использованием ГНСС технологий. На данный момент на территории Вологодской области установлено 35 базовых станций.

Таким образом, можно сделать вывод, что на территории города Вологды и Вологодской области пункты государственной геодезической сети расположены равномерно и с достаточной плотностью. Это позволяет производить экологические, геодезические и строительные работы с помощью ГНСС-оборудования в режиме статика по всей территории области, а также с помощью электронного тахеометра на территориях крупных населенных пунктов.

2.2.4. Исследование высотной геодезической сети г. Вологды

На сегодняшний день придумано и построено много подземных коммуникаций: электросети, кабели связи, канализация, трубопроводы для воды, нефти, газа. Следует учитывать, что неправильная эксплуатация коммуникационных сетей современного города может приводить к техногенным авариям влияющим на экологию населенного пункта. Зачастую они идут одна над другой и повсеместно пересекаются. Следовательно, их высотное положение различно и требует отдельного изучения.

Есть невидимая сетка, существующая на всей территории нашей страны, служащая для определения высот. Называется эта сетка «Государственная нивелирная сеть», основой которой является репер – это знак

⁶³ Евсейчик П.А. РАЗВИТИЕ РЕФЕРЕНЦНЫХ СТАНЦИЙ ГНСС И ИХ ПРИМЕНЕНИЕ В КАДАСТРОВОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ // Научное сообщество студентов: МЕЖДИСЦИПЛИНАРНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ: сб. ст. по мат. XXIX междунар. студ. науч.-практ. конф. № 18(29). URL: [https://sibac.info/archive/meghdis/18\(29\).pdf](https://sibac.info/archive/meghdis/18(29).pdf)

(столб), сделанный из камня, дерева, металла для отсчёта от него нивелировок при производстве геодезических изысканий.

Репер в принципе – это точка с определённой высотой, от которой проводится нивелирование. На местности реперные знаки представляют собой высотную сеть. В городской застройке, в точке верхней линии цоколей зданий вбиваются болты определённой формы, известные, как стенные нивелирные марки.

Реперы геодезической сети и нивелирные марки на стенах служат для измерений высот относительно уровня моря при производстве инженерных, строительных, топографических работах. В Российской Федерации принята система измерений относительно нулевой отметки Кронштадтского футштока. Это «Балтийская система высот» 1977 года.

Как правило, пункты государственной геодезической плановой сети совмещены с пунктами высотной сети, т. е. пункты ГГС – это и есть реперы сети, так как имеют определённые координаты и высоту над уровнем моря. Нивелирные марки в городе часто используются, как пункты ГГС, имея для этого высотные параметры и точные координаты⁶⁴.

Нивелирные знаки закладываются во всех государственных высотных сетях различных классов и обусловлены в основном тем разнообразием физических, географических и климатических условий нашей страны. Их типаж можно разделить на несколько разных наименований конструкций, а именно: вековые; фундаментальные; грунтовые; стенные.

Главным условием закладки вековых реперов является нахождение скалистых устойчивых пород и устройство в них конструкций центров с марками. В зависимости от глубины залегания скальных пород они делятся на грунтовые и скальные знаки. Вековая сохранность центров должна быть обеспечена выбором мест, без влияния экзогенных и эндогенных процессов в толще пород желательно с привлечением геологов и качественными материалами для изготовления конструкций реперов. Например, для вековых знаков неглубокой закладки характерно устраивать репера группами в теле скалы с обустройством колодцев из бетонных пилонов с креплением сверху крышками.

Стенные реперы закладываются в вертикальные плоскости стен (откуда и название), фундаментов сооружений и твердых скальных пород. Для разных классов нивелирных сетей предусматривают разные типы

⁶⁴ Геодезический портал [Электронный ресурс]: офиц. сайт. Режим доступа: <https://geostart.ru>.

центров. Для съемочных высотных сетей помимо типовых грунтовых и временных знаков возможно применение характерных конструктивных элементов капитальных строений.

В городе Вологда так же, как и в других современных городах, имеются реперы. Их координаты и адреса занесены в Каталог пунктов государственных сетей. В данном Каталоге отмечено 212 реперов, которые расположены в каждом районе города.

Для анализа сохранности данных пунктов нивелирной сети была исследована историческая центральная часть города Вологды, а точнее улицы Мира, Ленина, Марии Ульяновой, Лермонтова и Каменный Мост. На данной территории, как отмечено в Каталоге, находится 12 реперов (рис. 1.1.4). На данной схеме красным цветом изображены стенные нивелирные марки, которые отмечены в Каталоге пунктов высотной сети г. Вологды. Красным и синим цветами отмечены стенные нивелирные марки, которые не только отмечены в Каталоге, но и фактически находятся в фундаменте здания.

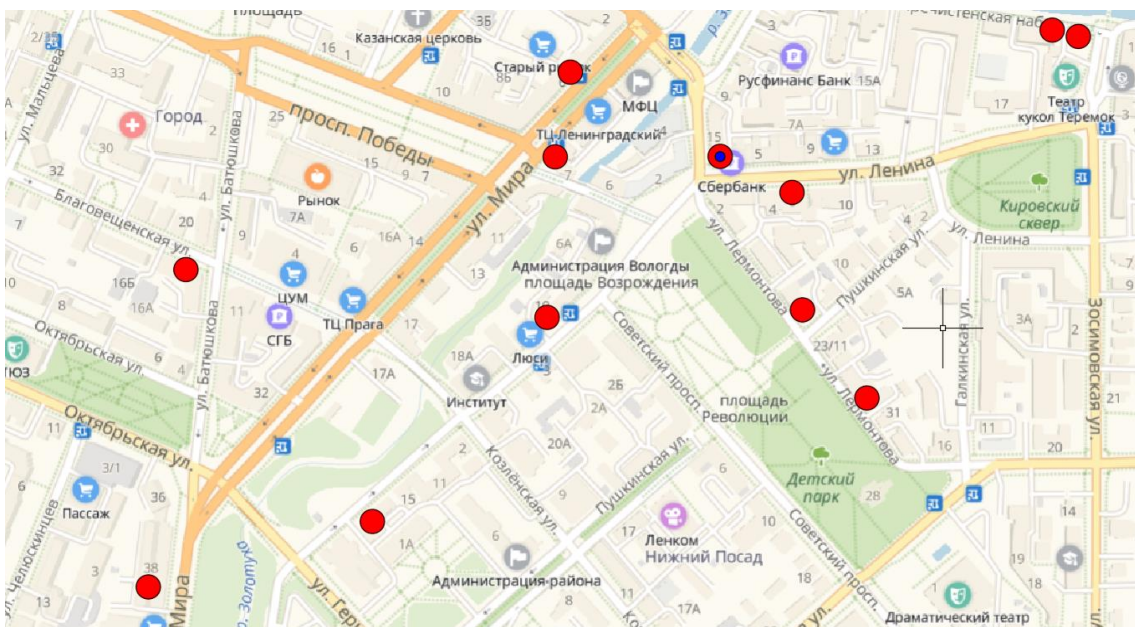


Рисунок 2.2.4. Пространственное распределение стенных нивелирных знаков в центральной части г. Вологды.

Таким образом, только один репер из двенадцати удалось обнаружить по адресу Ленина, 1. Данный результат можно объяснить тем, что большинство зданий неоднократно ремонтировались. Вследствие этого, стенные реперы находятся под декоративными элементами зданий либо под уровнем асфальта, брусчатки, газона. Наличие репера на Ленина, 1 можно объяснить

тем, что рядом находится Вологодский государственный университет, студенты которого неоднократно проходят геодезические практики, где иногда используется данный репер. В целом, можно отметить постепенную деградацию геодезических пунктов на территории г. Вологды, особенно в центральной части.



Рисунок 2.2.5. Стенной репер

В сегодняшнем мире, где космические технологии стали заменять многие наземные исследования, установка новых знаков стала уходить на второй план, так как есть возможность определения высот и координат с помощью совместного использования систем ГЛОНАСС и GPS. Сейчас геодезические пункты и знаки устанавливаются реже, на большом расстоянии друг от друга.

Государство охраняет геодезическую сеть и нивелирную сетку; за уничтожение или повреждение пунктов, реперных знаков следуют административные меры воздействия. Вообще, проблема сохранения сети существует, так как в последнее время происходят постоянные смены курирующих органов, изменения в муниципальных и других структурах, отвечающих за сохранность нивелирной сетки. Бесконечные фасадные работы, особенно в

центральных районах городов, приводят к уничтожению реперов. Их, как правило, не восстанавливают, а изготавливают новые, проводя необходимые изыскания.

2.2.5. Состояние опорной межевой сети на современном этапе

Для получения информации о местонахождении объекта, проведения экологического мониторинга, строительных работ, определения границ земельных участков, ведения государственного кадастра недвижимости современные страны, в том числе и Российская Федерация, развивают геодезические сети. Она представляет собой совокупность равномерно распределенных по территории страны геодезических пунктов. Но имеют место случаи, когда точность и плотность существующих геодезических сетей не соответствуют требованиям, которые необходимы при решении той или иной задачи.

В таких случаях создаются опорные межевые сети (ОМС).

Опорная межевая сеть (ОМС) - геодезическая сеть специального назначения (ГССН), которая создается для геодезического обеспечения государственного земельного кадастра, мониторинга земель, землеустройства и других мероприятий по управлению земельным фондом страны.

Построение опорной межевой сети производится для:

- создания единой координатной системы на территориях кадастровых округов и районов для ведения государственного реестра земель кадастрового округа (района); мониторинга земельных участков; контроля за охраной и использованием земель;
- землеустройства, формирующего рациональную систему землевладения и землепользования, межевания земельных участков;
- обеспечения государственного кадастра данными о местоположении, качестве и количестве земель для установления их цены, платы за пользование;
- разработки системы мероприятий по сохранению природных ландшафтов, экологического мониторинга, восстановления и повышения плодородия почв, защиты земель от эрозии и др;
- инвентаризации земель различного назначения;

- решения других задач государственного кадастра, землеустройства и мониторинга земель.

Опорная межевая сеть подразделяется на два класса: ОМС1 и ОМС2. Точность их построения характеризуется средними квадратическими погрешностями взаимного положения смежных пунктов соответственно не более 0,05 и 0,10 м. Расположение и плотность пунктов ОМС (опорных межевых знаков — ОМЗ) должны обеспечивать быстрое и надежное восстановление на местности всех межевых знаков.

Пункты ОМС по возможности размещают на землях, находящихся в государственной или муниципальной собственности, с учетом их доступности⁶⁵.

Плановое и высотное положение пунктов ОМС чаще всего определяются с использованием геодезических спутниковых систем (GPS или ГЛОНАСС) в статическом режиме наблюдений. При отсутствии такой возможности плановое положение пунктов может определяться методами триангуляции и полигонометрии, геодезическими засечками, лучевыми системами, а также фотограмметрическим методом (для ОМС2); высоты опорных межевых знаков определяются геометрическим или тригонометрическим нивелированием. Плановое положение пунктов ОМС определяют обычно в местных системах координат. При этом должна быть обеспечена связь местных систем координат с общегосударственной системой координат. Высоты пунктов определяют в Балтийской системе высот. Для обозначения границ земельного участка на местности на поворотных точках границ закрепляют межевые знаки, положение которых определяют относительно ближайших пунктов исходной геодезической основы.

При создании ОМС используются приборы и инструменты, которые соответствуют государственным стандартам и хранятся в надлежащих условиях, обеспечивающих их постоянную готовность к работе.

⁶⁵ Типы знаков и их закладка // Инженерная защита Библиотека инженера-геодезиста. URL: <https://injazhita.com/tipi-znakov-i-ix-zakladka.html>.



Рисунок 2.2.6. Пункты опорной межевой сети

Пункты опорной межевой сети на местности (рис. 2.2.6) закрепляются центрами, обеспечивающими их долговременную сохранность и устойчивость, как в плане, так и по высоте. Типы центров регламентируются Росземкадастром. Это труба диаметром 150-200 мм с металлическим столиком и отверстием для станového винта.

Развитие и совершенствование опорной межевой сети важный процесс, который влияет на развитие транспортной сети, строительства и различных кадастровых работ любого современного государства. Особое внимание стоит уделять сохранности пунктов ОМС. При производстве дорожных ремонтных работ, а также строительства некоторые пункты ОМС могут быть снесены. Данные факторы затрудняют проведение экологического мониторинга, межевания, инженерно-строительных работ, геодезических измерений.

2.2.6 Исследование пространственного распределения пунктов опорной межевой сети в Вологодской области

В настоящее время человек уделяет огромное внимание одному из главных ресурсов нашей планеты – земле. Для обеспечения экологического мониторинга земель, государственного контроля за их охраной и использованием, наличия данных для государственного кадастра о количестве, качестве и местоположении земель для установления их цены, платы за

пользование, экономического стимулирования рационального землепользования создаются опорные межевые сети (ОМС)⁶⁶.

Вологодская область входит в состав Северо-Западного федерального округа Российской Федерации. Площадь Вологодской области составляет 145 700 км². На ее территории расположены 8029 населенных пунктов, в том числе 15 городов, 9 поселков городского типа и 8005 сельских пунктов.

Для анализа плотности распределения ОМС была рассмотрена вся территория Вологодской области. Также были обработаны технические отчеты сельских поселений и сельсоветов, где расположены пункты ОМС.

Проанализировав технические отчеты каждого района области, были получены следующие результаты (табл. 2.2.3).

Таблица 2.2.3

Анализ технических отчетов районов Вологодской области

№	Район Вологодской области	Площадь, км ²	Количество населенных пунктов	Количество населенных пунктов, имеющих пункты ОМС
1	Бабаевский	9233	277	71
2	Бабушкинский	7760,5	141	43
3	Белозерский	5398	273	37
4	Вашкинский	2884	197	33
5	Великоустюгский	7720	436	116
6	Верховажский	2255	230	156
7	Вожегодский	5752	309	83
8	Вологодский	4540	912	601
9	Вытегорский	13100	191	54
10	Грязовецкий	5030	507	189
11	Кадуйский	3263	202	197
12	Кирилловский	5394	482	113
13	Кичменско-Городецкий	7061	357	112
14	Междуреченский	3624	157	4
15	Никольский	7477	223	45
16	Нюксенский	5167	137	40
17	Сокольский	4165	408	122
18	Сямженский	3950	168	32
19	Тарногский	5100	266	65
20	Тотемский	8196	228	126
21	Усть-Кубинский	2444	268	4
22	Харовский	3560	386	164
23	Чагодощенский	2410	92	56
24	Череповецкий	7640	558	94
25	Шекснинский	2528	376	270
	Итого	145 700	8029	2827

⁶⁶ Развитие сети пунктов ОМС на территории Вологодского района и его особенности / Заварин Д. А., Белый А. В. // Вузовская наука – региону: материалы восьмой всероссийской научно-технической конференции. – 2010. – С. 407-409.

По данным таблицы можно сделать вывод о том, что из 8029 населенных пунктов Вологодской области только 2827 имеют пункты опорной межевой сети. Для наглядности отображения результатов и исследования пространственных характеристик ОМС, они были отмечены на карте Вологодской области (рисунок 2.2.7). Плотность расположения пунктов ОМС в Вологодской области составляет 0,02 населенных пункта, имеющих ОМС, на 1 км².

Исходя из сведений, представленных на схеме можно сделать вывод, что большая часть пунктов ОМС находится вблизи крупных населенных пунктов (Вологда, Череповец, Великий Устюг и т. д.), где проживает большая часть населения области и ведется активная хозяйственная деятельность.

Также есть территории, которые в радиусе нескольких десятков километров не имеют пунктов ОМС. Это обусловлено отсутствием населенных пунктов, заболоченностью территории.

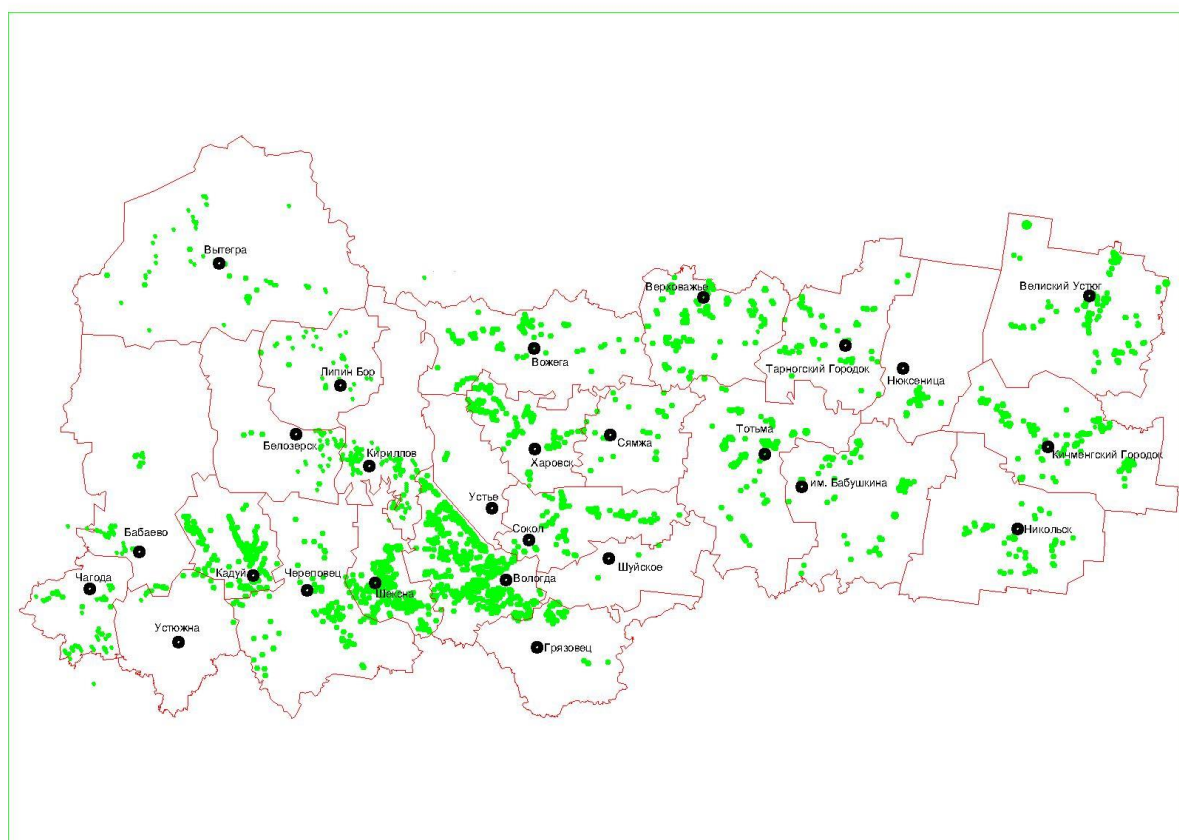


Рисунок 2.2.7. Пространственное расположение населенных пунктов, имеющих ОМС в Вологодской области

Таким образом, количество населенных пунктов, имеющих ОМС практически в 4 раза меньше, чем общее количество населенных пунктов области. К тому же, на территории Вологодской области пункты опорной межевой сети расположены неравномерно. Большинство пунктов ОМС располагаются вблизи крупных городов (Вологда, Череповец). Среди районов области наиболее развитую опорную межевую сеть имеют Вологодский, Шекснинский и Кадуйский район (1068 населенных пунктов, имеющих пункты ОМС). Междуреченский, Белозерский и Вашкинский районы имеют относительно других районов малую плотность пунктов ОМС (117 населенных пунктов, имеющих пункты ОМС). Отсутствие пунктов ОМС затрудняет выполнение межевания земельных участков, строительства и других функций кадастровой отрасли области.

Также можно сделать вывод об ограничениях, накладываемых на геодезистов в выборе метода геодезических измерений и используемого оборудования. Наиболее универсальным и доступным прибором на данный момент является электронный тахеометр. Но пользоваться им можно лишь в населенных пунктах, имеющих ОМС. Следовательно, для решения различных кадастровых, строительных задач в 5202 населенных пунктах необходимо применять более дорогой метод выполнения геодезических измерений с использованием ГНСС оборудования.

2.2.7. Исследование пространственного распределения пунктов опорной межевой сети в Тотемском районе

Кадастровые работы - это выполнение уполномоченным лицом (кадастровым инженером) работ в соответствии с требованиями, установленными Федеральным законом № 221-ФЗ "О государственном кадастре недвижимости", в отношении недвижимого имущества. Результатом кадастровых работ является подготовка документов, необходимых для кадастрового учета.

Объектами кадастровых работ являются: земельные участки, части участка, здания, сооружения, помещения и объекты незавершенного строительства.

В ходе кадастровых работ принято выделять три этапа:

1. Подготовительный этап.
2. Этап геодезических измерений.
3. Оформление результатов работ.

По результатам кадастровых работ заказчик получает следующие документы:

- межевой план, если работы проводились в отношении земельного участка;
- технический план, в результате работ в отношении зданий, сооружений, объектов незавершенного строительства, и помещений;
- акт обследования, в результате осмотра местонахождения объекта капитального строительства, прекратившего свое существование.

Для оформления межевого и технического плана необходимы координаты характерных точек земельного участка или объекта капитального строительства. Существуют 5 способов определения координат: фотограмметрический, картометрический, аналитический, геодезический и спутниковый.

Наиболее точными и часто используемыми в настоящее время считаются геодезический и спутниковый методы. Данные методы требуют исходного координатного планового обоснования в виде пунктов геодезической сети. А спутниковый метод дополнительно требует развитой геодезической и телекоммуникационной инфраструктуры⁶⁷.

Для использования геодезического метода необходима развитая опорно-межевая сеть – геодезической сетью специального назначения, создаваемой для координатного обеспечения ЕГРН, мониторинга земель, землеустройства и других мероприятий по управлению земельным фондом России.

Территория района находится в восточной части области и граничит с Междуреченским, Сокольским, Сямженским, Верховажским, Тарногским, Нюксенским, Грязовецким, Бабушкинским районами, а также с Солигаличским районом Костромской области. Площадь района составляет 8393,44 км² (3-е место среди районов ВО).

⁶⁷ Маркова Н.А. Выбор способа геодезических измерений в кадастровой деятельности на территории Чагодощенского района Вологодской области // Научное сообщество студентов: МЕЖДИСЦИПЛИНАРНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ: сб. ст. по мат. LVII междунар. студ. науч.-практ. конф. № 22(57). [Электронный ресурс]: офиц. сайт. Режим доступа: [https://sibac.info/archive/meghdis/22\(57\).pdf](https://sibac.info/archive/meghdis/22(57).pdf).

На территории муниципального района было образовано 9 муниципальных образований: одно городское и восемь сельских поселений. Всего же в Тотемском районе 228 населенных пунктов.

Проанализировав технические отчеты сельских поселений Тотемского района, были получены следующие результаты (табл. 2.2.4).

Таблица 2.2.4

ОМС населенных пунктов Тотемского района

№	Муниципальное образование и городское поселение	Год создания ОМС	Количество населенных пунктов	Количество населенных пунктов, имеющих пункты ОМС
1	«Великодворское»	2004	9	7
2	Город Тотьма	2004	1	1
3	«Калининское»	2003-2004	57	42
4	«Мосеевское»	2005	29	17
5	«Пятовское»	2004	58	39
6	«Толшменское»	2005	48	9
7	«Погореловское»	2004	26	9
	Итого		228	124

По данным, представленным в таблице, можно сделать вывод о том, что практически половина населенных пунктов Тотемского района (124) имеет пункты ОМС. Для наглядности результатов и определения расположения данных населенных пунктов они были отмечены на карте Тотемского района. На рисунке 2.2.8 представлена обзорная карта Тотемского муниципального района, на которой показано пространственное распределение пунктов ОМС на данной территории. (рис. 2.2.8).

Большинство пунктов ОМС находятся в населенных пунктах, расположенных вблизи города Тотьма. Это связано с тем, что большинство населения сосредоточено именно на этой территории Тотемского района. Следовательно, больше проводится строительных работ, межевания земельных участков и других кадастровых работ. Вблизи границ района пунктов ОМС нет. Плотность расположения пунктов ОМС в данном районе составляет 0,015 населенных пунктов, имеющих ОМС, на 1 км².

Наличие и плотность расположения пунктов опорной межевой сети значительно влияет на развитие строительства автодорог и железнодорожных путей, проектирование новых зданий и сооружений, а также проведение различных кадастровых и геодезических работ. На территории Тотемского района Вологодской области лишь половина (124 из 228) населенных пунктов имеют пункты ОМС. К тому же, есть вероятность того, что не все пункты ОМС в настоящее время сохранились, так как были проанализированы

данные технических отчетов за период 2003-2005 года. Плотность расположения деревень и сел с пунктами ОМС говорит о недостаточном развитии опорной межевой сети. Но стоит учитывать то, что большинство территории Тотемского района занято лесами и болотами, где в радиусе порядка десятка километров нет населенных пунктов. Все перечисленные факторы затрудняют процесс получения информации о земельных участках данного района, инвентаризации земель различного назначения, а также проведения межевых, строительных работ, геодезических измерений.

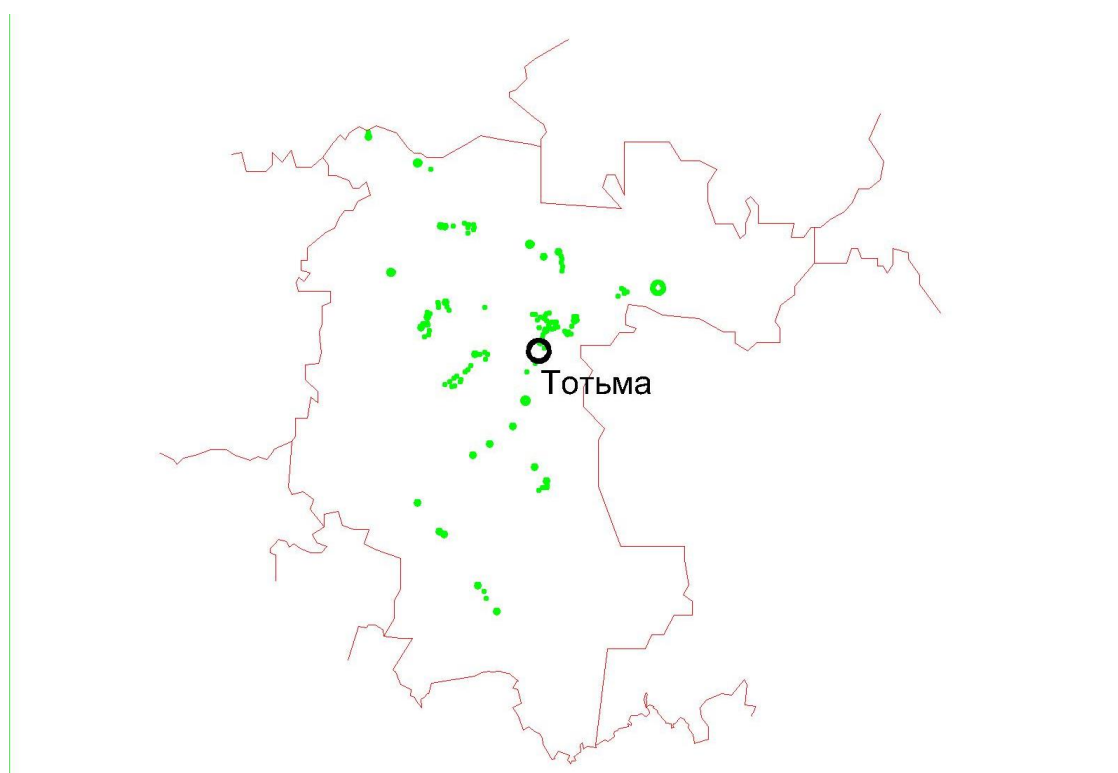


Рисунок 2.2.8. Расположение населенных пунктов, имеющие пункты ОМС в Тотемском районе

Также можно сделать вывод об ограничениях, накладываемых на геодезистов в выборе метода геодезических измерений и используемого оборудования. Наиболее универсальным и доступным прибором на данный момент является электронный тахеометр. Но пользоваться им можно лишь в населенных пунктах, имеющих ОМС, то есть 104 населенных пункта Тотемского района требует использования более дорого метода с использованием ГНСС оборудования.

2.2.8. Обеспеченность планово-высотным обоснованием объектов строительства Вологодской области

Ни один из проектов строительства в настоящее время не обходится без геодезических работ. Они предшествуют, сопровождают и завершают процесс строительства. На основе топографического плана, полученного в результате съемки, создается генеральный план строительной площадки, на котором проектируются транспортные пути, здания, инженерные сети, ландшафтные объекты и объекты экологической реабилитации и т. Д. Но чтобы произвести геодезическую съемку для строительных, кадастровых и других работ необходимо планово-высотное обоснование.

Планово-высотное обоснование – это сеть закрепленных точек земной поверхности, положение которых определено в общей для них системе координат (высот). В городе при проведении геодезической съемки геодезисты пользуются такой геодезической основой как стенные знаки и реперы. Такие пункты расположены практически по всему городу и на небольшом расстоянии друг от друга. По возможности, также используют пункты полигонометрии и триангуляции. Но в сельской местности зачастую таких пунктов нет, либо они находятся довольно далеко друг от друга. В таком случае была развита опорная межевая сеть.

В настоящее время существует несколько видов геодезической съемки, благодаря которым можно получить необходимые сведения для кадастровых, инженерно-строительных и других работ⁶⁸.

В зависимости от способа проведения геодезической съёмки ее обычно подразделяют на такие съёмки как:

- аэрофотосъемка обычно производится с помощью специализированных фотоаппаратов, которые устанавливаются на самолетах, выполняющих полет над территорией, нуждающейся в съёмке. А обработка снимков и зарисовка плана выполняются в камеральных условиях на стереоприборах;
- наземная съемка выполняется с поверхности земли;
- комбинированная съемка заключается в том, что плановая ситуация является комбинацией аэрофотосъемки и наземной съемки; плановая ситуация снимается с помощью аэрофотосъёмки, а рельеф снимают в полевых условиях.

⁶⁸ Геодезический портал [Электронный ресурс]: офиц. сайт. Режим доступа: <https://geostart.ru>.

Для создания карт и планов больших территорий целесообразно применять аэрофотосъемку и комбинированную съемку. В то время как при создании крупномасштабных планов небольших участков стоит применять наземную съемку.

При выполнении работ под строительство различных объектов обычно применяют наземные виды съемки: тахеометрическую и теодолитную.

При выполнении строительных работ, межевании земель и других работ в топографической съемке нуждаются небольшие участки заселенной или застроенной территории, когда проводить аэрофотосъемку нецелесообразно. И наиболее выгодным вариантом в данной ситуации будет тахеометрическая съемка. К тому же, наиболее универсальным и доступным прибором на настоящий момент является электронный тахеометр, с помощью которого и производится данная съемка.

Для определения пространственного распределения населенных пунктов, имеющих ОМС, была рассмотрена вся территория Вологодской области. Также были обработаны технические отчеты сельских поселений и сельсоветов, где расположены пункты ОМС.

Был произведен анализ технических отчетов ОМС каждого района области, по результатам которого можно сделать вывод о том, что в Вологодской области только 2827 имеют пункты опорной межевой сети, что составляет 35 процентов от общего числа населенных пунктов, расположенных на территории области.

Также есть территории, которые в радиусе нескольких десятков километров не имеют пунктов ОМС. Это обусловлено отсутствием населенных пунктов, заболоченностью территории.

Но стоит отметить, что ни столько от количества пунктов ОМС, расположенных на территории, зависит производительность тахеометрической съемки, а сколько от их пространственного расположения относительно друг друга. Следовательно, исходя из максимального тахеометрического хода, равного 6 километрам, в Вологодском и Верховажском районах пункты ОМС находятся друг от друга на расстоянии приблизительно 12 километров.

Таким образом, количество населенных пунктов, имеющих ОМС практически в 4 раза меньше, чем общее количество населенных пунктов области. К тому же, на территории Вологодской области пункты опорной межевой сети расположены неравномерно. Большинство пунктов ОМС располагаются вблизи крупных городов (Вологда, Череповец). Среди районов

области наиболее развитую опорную межевую сеть имеют Вологодский, Шекснинский и Кадуйский районы. Междуреченский, Белозерский и Вашкинский районы имеют относительно других районов малую плотность пунктов ОМС. Отсутствие пунктов ОМС затрудняет выполнение межевания земельных участков, строительства и других функций кадастровой отрасли области.

Также можно сделать вывод об ограничениях, накладываемых на геодезистов в выборе метода геодезических измерений и используемого оборудования. Наиболее универсальным и доступным прибором на данный момент является электронный тахеометр. Но пользоваться им можно лишь в населенных пунктах, имеющих ОМС. Но из-за ограниченной длины тахеометрического хода (6 километров) на производство данной съёмки влияет и пространственное расположение пунктов ОМС относительно друг друга. Вследствие чего самые лучшие условия для проведения тахеометрической съёмки имеются в Вологодском и Верховажском районах. В данных муниципальных образованиях Вологодской области пункты ОМС расположены равномерно по всей территории. Также в Вашкинском, Вожегодском и Кадуйском районах можно произвести тахеометрическую съёмку на более 50 процентах территории. В остальных районах также имеются пункты ОМС, но они либо расположены на большом расстоянии друг от друга, либо большинство рядом с административным центром района, а на оставшейся территории пунктов ОМС практически нет. Следовательно, для решения различных кадастровых, строительных задач на территории Вологодской области площадью 99650 км² необходимо применять более дорогой метод выполнения геодезических измерений с использованием ГНСС оборудования.

2.2.9 Пространственное распределение станций наземного управления сетей ГНСС

Спутниковые методы определения пространственных координат широко используются в военных и гражданских целях. В настоящее время вокруг планеты Земля вращаются десятки спутников ряда систем – в России развернута ГЛОНАСС, в США действует система GPS, в Китае строится BeiDou. Все названные системы могут быть объединены термином ГНСС (Глобальная навигационная спутниковая система). ГНСС-технологии успешно применяются в тех областях, где необходима точная информация

о пространственном положении объектов на Земле, их размерах и изменении геометрических параметров во времени⁶⁹.

В структуру спутниковой системы навигации входят три сегмента:

1. Космический сегмент находится на орбите и состоит из определенного количества спутников.
2. Комплекс наземного управления представляет собой сеть следящих станций, которые наблюдают за спутниками на орбите и выполняют корректировку их положения.
3. Пользовательский сегмент включает все приемники, выполняющие определение своего местоположения

Подробнее остановимся на наземном управлении. Для выработки и передачи потребителям в реальном времени корректирующей информации к сигналам ГНСС, а также обеспечения высокоточного определения координат потребителей в режиме постобработки с использованием накопленной измерительной информации предназначена спутниковая система дифференциальной коррекции. В России такой системой является система дифференциальной коррекции и мониторинга (СДКМ), в США – Wide Area Augmentation System (WAAS), Китай предоставляет Satellite Navigation Augmentation System (SNAS). Задачей пунктов мониторинга является сбор навигационной информации с навигационного космического аппарата (НКА), измерения псевдодальностей НКА и выдача в оперативном режиме в центре глобального мониторинга.

В глобальную сеть станций входят российские станции СДКМ и станции зарубежных организаций.

Сеть СДКМ состоит из 22 пунктов, из которых на территории Российской Федерации расположено 18, 3 в Антарктике и 1 в Бразилии (рис. 2.2.5).

⁶⁹ Туманова Д.И. ОБЕСПЕЧЕННОСТЬ GNSS БАЗОВЫМИ СТАЦИЯМИ ВОЛОГОДСКОЙ ОБЛАСТИ // Научное сообщество студентов: МЕЖДИСЦИПЛИНАРНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ: сб. ст. по мат. LVI междунар. студ. науч.-практ. конф. № 21(56). - с. 156 - 159.

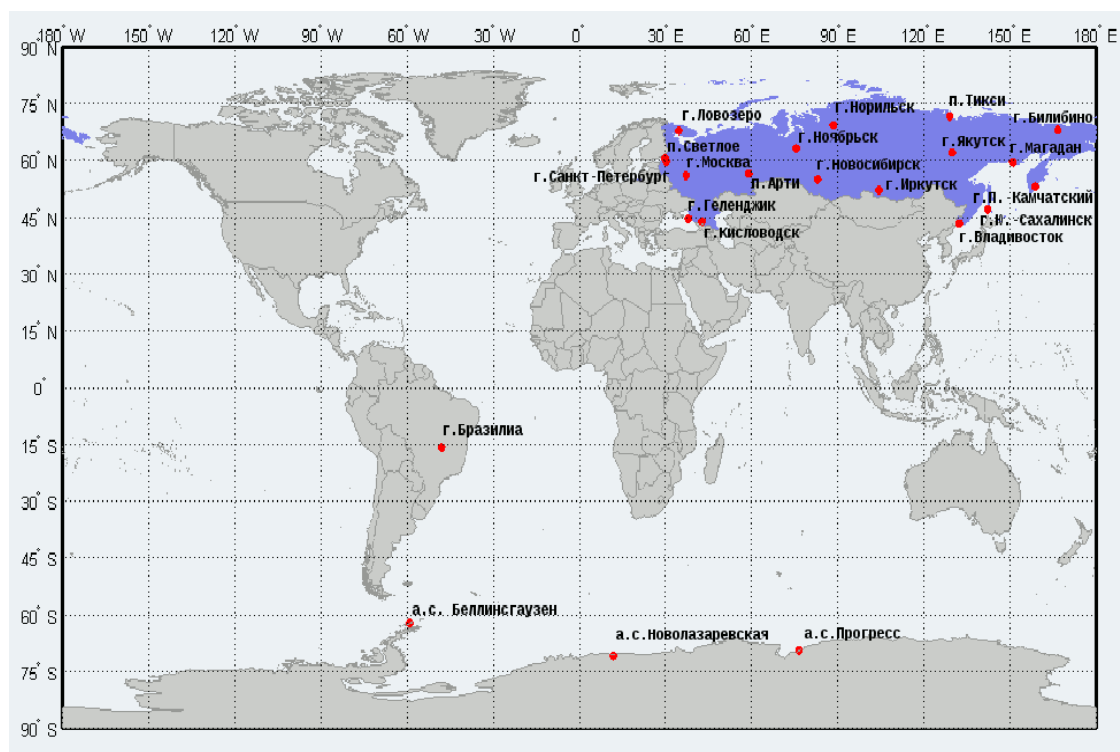


Рисунок 2.2.5. Размещение станций мониторинга СДКМ

Система осуществляет 2 типа мониторинга:

1. Оперативный.
2. Апостериорный.

В задачи оперативного мониторинга входит скорейшее предупреждение потребителя о возникновении нарушений в функционировании космической навигационной системы. За оценку различных характеристик, влияющих на качество навигационных определений, отвечает апостериорный тип.

Система дифференциальной коррекции и мониторинга ежедневно предоставляет данные о составе и состоянии орбитальных группировок систем ГЛОНАСС и GPS, выдает почасовые сведения о доступности ГНСС GPS и ГЛОНАСС и прогноз точности навигационного определения, который также обновляется каждый час и рассчитан для каждой системы.

У систем WAAS и SNAS также есть свои станции мониторинга. Система WAAS содержит более 20 базовых станций, расположенных на всей территории Соединенных Штатов. Каждая их станций оборудована GPS аппаратурой и специальным программным обеспечением, предназначенным для приема GPS сигналов, анализа полученных измерений, вычисления ошибок ионосферы, отклонений траекторий и часов спутников. 7 станций

Земной шар покрыт значительным количеством станций мониторинга, причем, станции одной системы не взаимодействуют со станциями другой (рис. 2.2.6).



2.2.10. Развитие геодезической сети посредством установки базовых GNSS референчных станций

В настоящее время наблюдается увеличение объёмов строительства, высокая степень застройки земель жилого и нежилого фонда, повышенное внимание к вопросу благоустройства и озеленения населенных пунктов и т .д. В отношении земельных участков и объектов, расположенных на них, то есть зданий и сооружений, а также иных объектов недвижимости,

подлежащих кадастровому учету, должны проводиться кадастровые работы, которые проводятся кадастровым инженером. При выполнении инженерных и геодезических изысканий, межевании, определении местоположения объектов и других работ кадастровый инженер должен опираться на пункты государственной геодезической сети (ГГС).

Однако, в настоящее время государственная геодезическая сеть слабо развивается, а некоторые существующие пункты либо утрачены, либо уничтожены. В связи с этим, были созданы базовые референционные станции GNSS.

Референционная станция - это аппаратно-программный комплекс, используемый для точного измерения и определения пространственного положения разного рода объектов.

Референционная станция состоит из следующих элементов: GNSS-приёмник (рис. 2.2.8), спутниковая антенна (рис. 2.2.9), источник постоянного бесперебойного питания и средства связи для передачи данных. Так же в состав станции могут входить: молниеотвод, кондиционер, заградительное ограждение.

В силу того, что базовые референционные станции являются стационарными, требования по весу и габаритам не являются критическими. Следовательно, референционные станции делают не моноблоком, как полевые комплекты, а по отдельности⁷⁰.

GNSS-приёмники представлены разными фирмами, основные из них: TopCon, Leica, Trimble. Также базовые приёмники выпускают: South, Prine Ce, SPECTRA, IGS. Стоимость таких приёмников варьируется от 280 000 рублей до 665 000 рублей.

⁷⁰ Заварин Д. А., Краева О. Н., Паршева Н. Д. Инновационные геодезические ГНСС технологии определения пространственных характеристик // Вузовская наука – региону. – Вологда: Вологодский государственный университет (Вологда), 2017. – С. 296-298.



Рисунок 2.2.8. GNSS-приёмник South NET S8+

Антенна имеет значительные размеры, в отличие от антенн встроенных в приёмник. Большой размер антенны гарантирует качественный приём сигналов. Средний размер таких антенн составляет от 20 до 35 сантиметров в диаметре и от 10 до 30 сантиметров по высоте.



Рисунок 2.2.9. GNSS антенна South CR3-G3 UHG

GNSS антенны выпускают такие фирмы как TopCon, Leica, Trimble, South, Antcom, Choke-ring. Их стоимость – в среднем от 118 000 рублей.

Такие станции должны быть надежно закреплены в определенной точке пространства. Кроме того, необходимо обеспечить отсутствие помех

для распространения спутниковых сигналов, должен обеспечиваться стабильный прием сигналов, поэтому устанавливают постоянно действующие станции обычно на различных капитальных строениях (рис.2.2.10).



Рисунок 2.2.10. Референцная станция

Одна референцная станция обеспечивает определение координат с высокой точностью в режиме статики в радиусе 70 километров, а режиме реального времени в радиусе 35 километров. Таким образом, несколько таких станций, объединённых в сеть, охватывают большую территорию.

Сеть референцных станций в настоящее время активно развивается и находит своё применение в различных сферах деятельности, например, в строительстве, в сельскохозяйственных работах, в решении задач лесоустройства, при мониторинге чрезвычайных ситуаций.

Процесс создания сети референцных станций включает в себя следующие мероприятия: принятие административного решения; разработка технического проекта создания сети; рекогносцировочные работы по определению мест установки референцных станций; развертывание сети референцных станций на территории в соответствии с техническим проектом;

определение работоспособности сети, определение и уравнивание координат референчных станций и параметров перехода систем координат; проведение технических испытаний и сертификация системы.

В связи с тем, что система референчных станций достаточно активно развивается и используется стали создаваться специальные проекты, позволяющие использовать данные станции.

Создание сети референчных станций в Вологодской области осуществляется с 2015 года. На данный момент на территории Вологодской области услуги RTK- поправок предоставляют 4 компании: HIVE, Eft-Cors, SmartNet и ООО «ГЕОСТРОЙИЗЫСКАНИЯ». Сеть референчных станций включает в себя 33 существующих станций. Система HIVE имеет наибольшее число станций на территории области - 21. Зона покрытия Eft-Cors состоит из 8 существующих и 10 планируемых станций, а проект SmartNet Russia и ООО «ГЕОСТРОЙИЗЫСКАНИЯ» имеет в своём распоряжении по 2 станции⁷¹.

В таблице 2.2.5 представлены наиболее крупные компании на территории Российской Федерации и тарифы на использование RTK поправок.

Таблица 2.2.5

Тарифы использования референчных сетей.

	Предоставление доступа к RTK поправкам на 1 день для одного полевого приемника, рубли	Предоставление доступа к RTK поправкам на 1 месяц для одного полевого приемника, рубли	Предоставление доступа к RTK поправкам на 3 месяца для одного полевого приемника, рубли	Предоставление доступа к RTK поправкам на 6 месяцев для одного полевого приемника, рубли	Предоставление доступа к RTK поправкам на 1 год для одного полевого приемника, рубли
HIVE	350	-	-	-	-
Eft-Cors	300	5000	14 250	27 000	48 000
SmartNet	300	4200	11 682	-	39 648
ООО «ГЕОСТРОЙИЗЫСКАНИЯ»	400	4250	-	20 400	38 250

Все базовые станции работают в 2 режимах: режим статики и режим реального времени.

Зона покрытия Вологодской области сетью референчных станций в режиме статики достаточно обширна и составляет почти 100%. Радиус

⁷¹ Туманова Д.И. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ GNSS-ТЕХНОЛОГИЙ ПРИ СТРОИТЕЛЬСТВЕ ЛИНЕЙНЫХ ОБЪЕКТОВ КОММУНАЛЬНОГО ХОЗЯЙСТВА // Научное сообщество студентов: МЕЖДИСЦИПЛИНАРНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ: сб. ст. по мат. XLVI междунар. студ. науч.-практ. конф. № 11(46). URL: [https://sibac.info/archive/meghdis/11\(46\).pdf](https://sibac.info/archive/meghdis/11(46).pdf)

действия референцной станции в режиме статики составляет 70 километров. С помощью простых математических операций можно вычислить, что зона покрытия 33 станций в данном режиме составляет 507 738 квадратных километров, при условии, что площадь Вологодской области равняется 144527 квадратным километрам. Однако, как мы видим на рисунке 2.2.11, при данном расположении баз, зоны действия референцных станций перекрывают друг друга, что не позволяет охватить территорию всей области.

При работе в режиме RTK сигнал распространяется от базы на 35 километров, следовательно зона покрытия Вологодской области составляет примерно 126 935 квадратных километров, что равняется 87,8% от территории Вологодской области. Таким образом, для полного покрытия необходимо установить ещё 5 станций.



Рисунок 2.2.12. Карта покрытия референцных станций на территории Вологодской области.

Можно отметить, что использование референцных станций, это удобный и надёжный метод получения необходимой геодезической информации. Данный метод активно развивается и используется. Конечной целью развития такой сети является её распространение по всей территории Вологодской области.

2.2.11. Развитие сетей референчных станций в северо-западном ФО

Любое современное государство имеет, развивает и поддерживает в актуальном состоянии геодезическую сеть. Государственная геодезическая сеть (ГГС) Российской Федерации занимает важнейшее для страны геополитическое и экономическое значение. Непосредственно внутри самого государства геодезическая сеть является основой для получения информации о размещении ресурсов и производительных сил страны, обеспечивает административно-территориальное деление, выполняет основные государственные задачи многих межотраслевых направлений экономики, науки и обороны страны. Также геодезические сети являются основой кадастрового учета земельных участков и объектов капитального строительства. Для выполнения всех условий геодезические сети должны покрывать всю территорию страны с необходимой густотой и точностью определения положения пунктов.

На современном этапе существующие пункты ГГС по ряду причин уничтожаются, а государственная геодезическая сеть практически не развивается.

Решением данной проблемы служит установка базовых референчных станций ГНСС. Данные таких станции отвечают многим параметрам и способствуют развитию информационного общества.

В Российской Федерации развитие сети ГНСС референчных станций осуществляется с 2002 года. Первая сеть таких станций была создана на территории г. Москвы и Московской области.

На территории Российской Федерации на данный момент существует несколько сервисов, позволяющих использовать базовые станции.

На территории Северо-Западного федерального округа действуют системы: SmartNet Russia, EFT CORS, HIVE, ООО "ГЕОСТРОЙИЗЫСКАНИЯ", АО ПРИН PrinNet, Геоспайдер, RTKNet.

Данные по количеству референчных станций по каждой области представлены ниже в таблице 2.2.6.

Таблица 2.2.6

Количество референчных станций по субъектам

Регион	Количество станций	Площадь, км ²
Ленинградская область	68	84 500
Вологодская область	35	145 700
Псковская область	19	55 300
Новгородская область	17	54 501
Архангельская область	13	587 400
Мурманской области	12	144 900
Республика Карелия	10	172 400
Калининградская область	10	15 100
Республика Коми	4	415 900

Всего станций, покрывающих территорию Северо-Западного ФО – 188. Наибольшее количество станций в Ленинградской области, наименьшее в республике Коми.

Исходя из сведений, представленных в таблице 1 можно вычислить площадь на одну базовую станцию (таблица 2.2.7).

Таблица 2.2.7

Площадь на одну базовую станцию

Регион	Площадь на 1 пункт, км ²
Ленинградская область	1 242
Вологодская область	4 162
Псковская область	2 910
Новгородская область	3 205
Архангельская область	45 184
Мурманской области	12 075
Республика Карелия	17 240
Калининградская область	1 510
Республика Коми	103 975

Площадь охвата одной референчной станцией 6 000 км². Данные таблицы 2 позволяют сделать вывод о том, что достаточное количество пунктов (площадь охвата менее 6000 км²) только в 50% субъектов Северо-Западного ФО. На территории Ненецкого автономного округа базовых станций не имеется.

Также важным критерием является не только количество станций, но и их распределение по субъектам округа (Рис. 2.2.13).

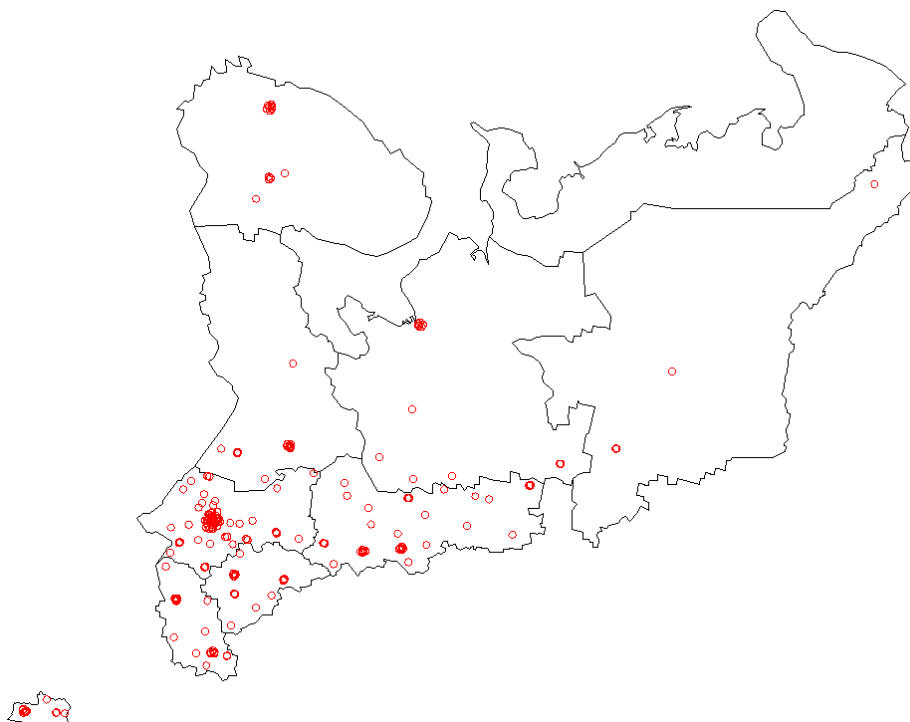


Рисунок 2.2.13. Схема расположения базовых референционных станций в Северо-Западном ФО

Исходя из сведений, представленных на схеме, можно сделать вывод, что оптимальная плотность расположения базовых станций у Ленинградской, Вологодской, Новгородской, Псковской и Калининградской областей. Базовые референционные станции покрывают 70-95% территории этих субъектов.

На территории остальных субъектов Северо-Западного ФО при недостаточном количестве пунктов их расположение крайне неравномерно. Например, в Мурманской области 7 пунктов расположены непосредственно в столице субъекта, 3 в Апатитах, а остальные 2 в крупных населенных пунктах (Коашва, Кандалакша). На большей части территории нет покрытия базовыми станциями. Похожая ситуация и в других субъектах (Республика Карелия, Архангельская область, республика Коми). Территорию Ненецкого автономного округа на востоке незначительно покрывает станция, расположенная в республике Коми (г. Воркута).

Таким образом, можно сделать вывод, что территория Северо-Западного ФО обеспечена базовыми референционными станциями в недостаточном количестве и не равномерно. Большая часть располагается ближе к центральному округу, а также основная доля станций находится в столицах субъектов либо в крупных городах.

Раздел 3. Экология территорий и экосистемы

Глава 3.1. Исследования сучковатости древесины в лесных экосистемах Вологодской области

Климат, как определённый режим сочетания тепла, света и влаги, климат оказывает большое влияние на разнообразие лесной растительности. Район проведения наших исследований охватывает подзону южной тайги Вологодской области ($58^{\circ}50' - 59^{\circ}24' \text{с.ш.}$). В связи с этим далее рассматриваются климатические ресурсы этого географического региона⁷².

Лимитирующим климатическим фактором, обуславливающим процессы естественного очищения стволов от сучьев, является солнечная радиация.

Известно, что повышение продуктивности и качественной составляющей древостоя возможно посредством регулирования количества световой энергии, получаемой древесными растениями. Так, выращивание деревьев в густом стоянии, а также введение под полог подгонных древесных и кустарниковых пород, позволяет вызвать недостаток света в нижней части стволов, в результате чего нижние ветви отмирают, то есть увеличивается интенсивность процесса очищения стволов от сучьев. Исследования, проведенные в молодняках средней подзоны тайги республики Коми свидетельствуют, что в ельниках с участием лиственных пород до 3 единиц освещение, как под пологом, так и в кронах ели значительно ниже, чем в чистых еловых молодняках, хотя густота древостоев в первом случае меньше.

Условия освещённости следует учитывать при создании и выращивании древесины с оптимальными параметрами сучковатости. Световой режим и индивидуальные особенности древесных пород должны учитываться при выборе интенсивности и направлении коридоров при проведении рубок ухода за лесом. Большое значение для использования растениями света имеет также направление рядков при создании лесных культур.

Те породы, которые имеют более густую и низко опускающуюся крону и у которых сучья дольше не отмирают (медленное очищение ствола от

⁷²См.: Агроклиматические ресурсы Вологодской области [Текст] Л., 1972. С. 85.; Полубояринов, О.И. Оценка качества древесного сырья [Текст] / О.И. Полубояринов. – Л.: ЛТА, 1971. С. 69.; Преснухин, Ю.В. Обзор Протяжённость и возраст кроны у сосны в средневозрастных древостоях [Текст] / Ю.В. Преснухин // В кн.: Сборник трудов Карельского АН СССР: «структура и производительность сосновых лесов на Европейском Севере». – Петрозаводск. 1981.- С. 4-10.; Рябоконь, А.П. Продуктивность сосновых насаждений и качество древесины при ускоренном выращивании на пиловочник. [Текст] / А.П. Рябоконь // Лесное хозяйство, 1978, №3. С. 33-37.

сучьев), меньше нуждаются в свете. Наоборот, редкая крона, быстрое очищение ствола от сучьев (в особенности нижних) указывают на породу, более требовательную к свету. Древостои теневыносливых пород бывают более густы до старости, а светолюбивые породы сильнее изреживаются сами собою в процессе роста.

Из выше сказанного следует, что свет влияет на формирование ствола дерева и кроны. Боковое отенение деревьев главных пород используется в лесном хозяйстве для выращивания более тонкого, прямого и полндревесного ствола путем введения подгона. Если свет падает на молодые деревца с одной стороны, их стволики развиваются в сторону света. Это ведет к неравномерному развитию кроны, способствует образованию эксцентричного ствола, снижающего технические качества древесины. При большом доступе света стволы от сучьев очищаются медленнее.

Температурный режим воздуха и корнеобитаемого почвенного слоя оказывает влияние на прорастание семян, рост побегов, образование листьев и цветков, созревание плодов, пожелтение и опадение листьев у древесных растений. Кроме того, температура почвы и воздуха влияет на температуру древесины сучков, а, следовательно, определяет скорость протекания происходящих в них физиологических процессов.

Самым теплым месяцем года в Вологодской области является июль. Средняя температура его составляет 16,6-17,3°C. Самый холодный январь с температурой от -10,8°C на западе территории и до -13,8°C на востоке. Абсолютный годовой минимум температуры - 53°C, а абсолютный максимум +37°C.

Известно, что температура древесины ствола в течение вегетационного периода относительно постоянна и составляет около 15°C, температура же древесины сучьев изменяется в широких пределах. Следует учитывать, что хрупкость сучьев растёт при понижении температуры. Наиболее интенсивное увеличение хрупкости наблюдается при температуре от -20 до -40-50°C. При этом наибольшей хрупкостью обладают сосновые сучья, еловые и лиственничные сучья обладают меньшей хрупкостью. Все выше сказанное позволяет нам заключить, что при низких и высоких температурах и воздействии других факторов (ветер, ожеледь, снег) процесс естественного очищения стволов от сучьев будет иметь более выраженную форму.

Перепад температуры воздуха часто служит причиной изменчивости протекания физиологических процессов в дереве и нарушению структурных элементов древесины. Так, резкое понижение температуры воздуха может

вызывать образование трещин на ветвях древесных стволов, что может привести к их обламыванию. Трещины в ветвях образуются вследствие сжатия внешних годовичных колец от охлаждения, тогда как внутренние слои имеют более высокую температуру в силу плохой теплопроводности древесины. Трещины, в свою очередь, способствуют появлению грибковых заболеваний и нападению энтомофауны.

Высокие температуры воздуха могут вызывать ожог или перегрев коры ветвей и появление на них сухобокости. В дальнейшем может произойти отмирание коры и постепенное усыхание ветвей.

Значительное влияние на формирование сучковатости стволов оказывает ветер. На исследуемой территории наблюдается преобладание юго-западных ветров. Среднемесячная скорость ветра составляет 3-4 м/сек.

Для одной и той же породы ветроустойчивость может быть неодинакова в зависимости от формы и величины кроны. Чем более низко опущена крона, тем дерево более ветроустойчиво; при высоко прикрепленной кроне деревья (сосна) легче могут вывалиться от ветра.

В местах действия односторонних сильных ветров деревья обычно образуют однобокие, флагообразные кроны, изогнутые стволы, а вместе с этим и неравномерное внутреннее строение (эксцентричность и крень). Конечным результатом воздействия ветра на форму ствола является ускорение прироста нижней (комлевой) части ствола за счет снижения темпов развития его вершинной части, в результате чего увеличивается конусность ствола, образуя так называемую реактивную (креновую) древесину.

Важнейшее механическое действие ветра проявляется: в поломке ветвей, сучьев, вершин, стволов деревьев, вываливании деревьев с корнем, сильном раскачивании деревьев и производимом при этом взаимном охлестывании деревьев ветками с одной стороны, и обрывом корней – с другой.

Важнейшее проявление ветра, как неблагоприятного физиологического фактора в жизни леса, заключается в его иссушающем действии. Сильные ветры, повышая транспирацию деревьев при недостатке воды в почве, вызывают образование суховершинности, а иногда усыхание деревьев (при последующем содействии энтомовредителей). В исключительно засушливые годы в некоторых районах на почвах с глубоким уровнем воды наблюдается массовое образование суховершинности и сухостоя. Явления эти наблюдаются, прежде всего, у краев леса, в сильно изреженных участках, т.е. в местах, наиболее подверженных иссушающему действию ветра.

Годовое количество осадков на территории южной подзоны тайги составляет в среднем 520-600 мм. На долю жидких осадков приходится 55-60

годового количества, твердых - около 25-30 и смешанных - около 10-15%. По обеспеченности влагой район отнесён к зоне избыточного увлажнения.

Первый снежный покров появляется в третьей декаде октября. Обычно он не остается лежать на всю зиму. Устойчивый снежный покров появляется во второй декаде ноября, он может образоваться либо на месяц раньше, либо на месяц позднее обычного. В среднем основной период снеготаяния заканчивается во второй декаде мая.

Наиболее существенное отрицательное влияние снега заключается в явлениях снеголома и снеговала. выпадающий хлопьями рыхлый и влажный снег в большом количестве задерживается в кронах деревьев, которые обламываются.

Атмосферные осадки могут быть также в виде сплошного налета льда (ожеледь), образующегося при соприкосновении сильно охлажденных деревьев в лесу с более теплым воздухом, насыщенным водяным паром. Ожедь, увеличивая массу ветвей, может вызвать их обламывание, и, следовательно, повлиять на процессы очищения стволов от сучьев.

Осадки в виде града также могут вызывать существенные механические повреждения ветвей деревьев.

Таким образом, необходимо отметить, что экологические факторы, такие как свет, температурный режим, ветер, осадки могут оказывать неоднозначное воздействие на формирование сучковатости древесных стволов.

Исследуемый район располагается в умеренно холодном (бореальном) почвенно-климатическом поясе северного полушария в таежно-лесной почвенно-ботанической зоне (зоне подзолистых таежных почв). Значительная протяженность территории региона обуславливает разнообразие физико-географических условий, что в свою очередь влияет на формирование различных почв.

Подзолистые почвы являются господствующими в почвенном покрове района исследования⁷³. Они развиваются там, где были или сохранились хвойные леса. Формируются эти почвы в процессе растворения и вымывания минеральных соединений под влиянием кислот, которые образуются

⁷³ См.: Паршевников, А.Л. Почвы лесов Вологодской области [Текст] / А.Л. Паршевников // Леса и лесное хозяйство Вологодской области. Вологда, 1971. С. 67-80.; Рябоконь, А.П. Продуктивность сосновых насаждений и качество древесины при ускоренном выращивании на пиловочник. [Текст] / А.П. Рябоконь // Лесное хозяйство, 1978, №3. С. 33-37.; Полубояринов, О.И. Оценка качества древесины насаждений на основе комплексного показателя [Текст] / О.И. Полубояринов // Лесное хозяйство, лесная, деревообрабатывающая и целлюлозно-бумажная промышленность. 1976. Вып. IV. С. 39-41.; Шипилин, Н.А. Исследование физико-механических свойств, строение и формы сучьев ели [Текст] / Н.А. Шипилин // Тр. ЦНИИМЭ. 1968. С. 56.; Чибисов, Г.А. Рубки ухода на севере – за научную основу [Текст] // Развитие Вологодского лесоустройства за период 1883-1983 гг. и перспективы его совершенствования на Европейском Севере: Тезисы докладов научно-практической конференции, посвященной 100-летию Вологодского лесоустройства. Вологда, 1983. С. 42.

при разложении органических остатков. Подзолистые почвы обладают очень низким естественным плодородием (имеют высокую кислотность, небольшое содержание гумуса, фосфора, калия).

С улучшением плодородия и дренажа почв активнее идет приток минеральных и питательных веществ ко всем участкам дерева, не исключение в данном случае составляет и крона последнего, которая развивается густая и протяженная, плохо очищающаяся от сучков

Рельеф местности, являясь основным регулятором режима поверхностных и грунтовых вод, с предельной четкостью отражается на почвенных условиях. Существенное влияние на процесс почвообразования оказывают также зональные, провинциальные и узкоместные особенности климата и растительного покрова. Почвенные условия, в свою очередь, определяют агротехнику создания культур и выбор культивируемой породы, формирование состава, строения и структуры насаждений, а также их продуктивность и сучковатость древесных стволов.

По характеру рельефа область представляет собой обширную волнисто-холмистую равнину, постепенно понижающуюся к северу, изрезанную реками и покрытую озерами. Наибольшие площади занимают моренные равнины, которые чередуются с низинами и грядково-холмистым рельефом краевых образований ледника.

Территория заболочена, имеет густую сеть рек и озер. Основным источником питания рек являются поверхностные воды снегового происхождения, которые составляют около 60% годового стока, что позволяет отнести реки области к типу преимущественно снегового питания.

Болота покрывают большие пространства области. Преобладание атмосферных осадков над испарением, высокий уровень грунтовых вод и наличие низменностей, лишенных дренажа на водонепроницаемых грунтах (глины, суглинки), способствуют заболачиванию, а высокие летние температуры способствуют интенсивному торфообразованию. Болота региона богаты торфом, по запасам которого они занимают одно из первых мест в России. Большая их часть относится к верховым и переходным типам со средней глубиной торфяной залежи 2-3 м.

Грунтовые воды залегают неглубоко, в пониженных местах они почти сливаются с болотными водами, на водоразделах и повышенных местах грунтовые воды залегают на глубине 2-4 м и редко отпускаются до 10 м.

Общеизвестно, что почвенно-грунтовые условия определяют агротехнику создания лесных культур, выбор культивируемой породы и, в конечном итоге, продуктивность лесных насаждений. Кроме того, почвенными

условиями могут определяться технические свойства древесины. Избыточное увлажнение может привести к загниванию кроны дерева, стимулируя ее разложение и отмирание, повреждаемость грибными заболеваниями.

Наряду с климатическими факторами при целевом лесовыращивании следует учитывать орографические и почвенно-грунтовые условия.

Изучению лесов региона, их особенностям, мероприятиям по улучшению ведения в них хозяйства уделялось достаточно большое внимание⁷⁴.

Основным эдификатором лесов южной подзоны тайги является *Piceaabies*, относящаяся к числу хвойных вечнозеленых деревьев семейства сосновых (*Pinaceae*). Исследуемый регион является местом пересечения сибирской и европейской флоры. На западе более распространена ель обыкновенная, на востоке - ель сибирская (*P. obovata* Ledeb.). Следствием этого является образование внутривидовых форм ели, отличающихся по ряду фенотипических признаков.

В пределах региона повсеместно распространена сосна обыкновенная (*Pinussylvestris* L.). Отмечено, что сосна в рассматриваемом регионе отличается по форме кроны (с узкой и широкой кроной). Узкокронная форма безраздельно господствует (более 89%) в самых различных лесотипологических условиях. Ширококронная сосна присутствует довольно редко (чаще от 0 до 4%), Отметим, что в регионе также встречается оригинальная зонтиковидная (плакучая) форма сосны.

Следует отметить, что запас стволовой древесины по типам леса имеет различия. Самым продуктивным типом леса являются кисличники. В этом типе лесорастительных условий сосредоточено большее количество наших объектов исследований.

Лесопромышленный комплекс в скором будущем может испытывать дефицит в лесосырьевых ресурсах. Лишь правильная эксплуатация лесного фонда со сложившейся несовершенной структурой позволит ему опираться на собственное сырье. Кроме того, создание на месте рубок целевых лесных культур с сокращенным оборотом рубки позволит в будущем обеспечить сырьем лесопромышленный комплекс региона. Их создание и

⁷⁴См.: Гиряев, М.Д. Лесопользование в России [Текст] / М.Д. Гиряев // М.: ВНИИЛМ, 2003. С. 40.; Чибисов, Г.А. Рубки ухода на севере – за научную основу [Текст] // Развитие Вологодского лесостроительства за период 1883-1983 гг. и перспективы его совершенствования на Европейском Севере: Тезисы докладов научно-практической конференции, посвященной 100-летию Вологодского лесостроительства. Вологда, 1983. С. 42.; Чупров, Н.П. Лесопользование и лесовыращивание на Европейском Севере [Текст] / Н.П. Чупров // Экономические вопросы развития лесного хозяйства Европейского Севера. Архангельск, 1981. – С. 3-21.; Чупров, Н.П. Состояние и перспективы лесопользования на Европейском Севере в связи с развитием промышленного комплекса [Текст] // Проблемы охраны природы и рационального использования природных ресурсов в северных регионах. Архангельск, 1982. С. 94.

выращивание обязательно должно базироваться на имеющихся знаниях и богатом опыте лесокультурного производства в регионе.

Климатические ресурсы, общая равнинность рельефа, почвенно-гидрологические условия Вологодской области не препятствуют произрастанию хвойных лесов средней и высокой продуктивности, а также ведению лесокультурного производства.

При лесовыращивании необходимо учитывать, что особенности климата, рельефа, почвенно-грунтовых условий и гидрологии обуславливают не только продуктивность древостоев, но качественные характеристики древесных стволов, основной из которых является их сучковатость⁷⁵.

Лесные культуры, при правильном выборе и соблюдении технологии их выращивания, позволяют формировать высокопродуктивные насаждения хозяйственно ценных пород. Рассматриваемые объекты являются опытной базой для проведения научно-исследовательских работ. Этот опыт, несомненно, необходимо учитывать при создании и выращивании целевых лесных культур⁷⁶.

Качество древесного сырья является одновременно его технической и экономической характеристикой. В странах Европы, Северной Америке, Японии внедрены долгосрочные программы целевого выращивания древесины, предусматривающие доступные для лесовода-практика методы, основанные на правильном выборе выращиваемой древесной породы, оптимальном расположении растений по площади, своевременном проведении лесоводственных уходов. Опыт этих стран показывает, что повышение качества древесины обеспечивает значительный экономический эффект⁷⁷.

Сучки - части ветвей, заключённые в древесине. Открытые сучки - сучки, выходящие на боковую поверхность круглого сортимента.

⁷⁵ См.: Цветков, Некоторые вопросы лесоведения и лесоводства на Европейском Севере [Текст] / В.Ф. Цветков. – Архангельск: Изд-во АГТУ, 2000. С. 53; Юдинцева, А.Г. Влияние густоты и способа создания культур на сучковатость сосны [Текст] «Лесохозяйственная информация» Реферативный выпуск, 1969 № 16 С. 12.; Чистяков, А.Р. Сучковатость ствола древесных пород (березы, сосны, осины) и методы ее регулирования [Текст] / А.Р. Чистяков // Сб. трудов Поволжского ЛТИ, 1949 - №46. С. 53; Чупров, Н.П. Оценка потенциальной производительности лесов Севера [Текст] / Н.П. Чупров // Лесное хозяйство, 1981. - №7. С. 37.; Шутов, И.В. Плантационное лесоводство [Текст] // Под общей редакцией И.В. Шутова / СПб. Изд-во. Политехн. Ун-та, 2007. С. 36; Чертовской, В.Г. Еловые леса Европейской части СССР [Текст] / В.Г. Чертовской. М.: Лесная промышленность, 1978. С. 17.

⁷⁶ См.: Бабич, Н.А. Культуры ели Вологодской области [Текст] / Н.А. Бабич, Н.П. Гаевский, О.А. Конюшатов // Вологодское управление лесами; АГТУ Архангельск, 2000. С. 60.

⁷⁷ См.: Гиряев, М.Д. Лесопользование в России [Текст] / М.Д. Гиряев // М.: ВНИИЛМ, 2003. С.60; Шипилин, Н.А. Исследование физико-механических свойств, строение и формы сучьев ели [Текст] / Н.А. Шипилин // Тр. ЦНИИМЭ. - 1968. С. 18.; Штукин, С.С. Влияние густоты культур и длительного применения минеральных удобрений на рост ветвей и образование пороков формы ствола у сосны обыкновенной [Текст] / С. С. Штукин // Лесное хозяйство, 1993, №5-6. С. 30.; Шенников, А.П. Геоботанические районы Северного края и их значение в развитии производительных сил [Текст] / А.П. Шенников // Материалы II конференции по изучению производительных сил Северного края. Т. 2. Архангельск, 1933. С. 10-16.; Шиманюк, А.П. Опыт изучения северных лесов [Текст] / А.П. Шиманюк. М.-Л., 1931. С.159.

Под этим термином понимается также совокупность живых и отмерших ветвей, образующих крону. Количество сучков на единице длины ствола, их состояние, диаметры и характер распределения. Особое внимание уделяется изучению соотношения трёх зон ствола: нижней - бессучковой, средней - с торчащими мёртвыми сучьями и живой кроны.

Сложившаяся мировая тенденция в лесной промышленности в 80-х годах была ориентирована на производство пиловочника и балансов. В настоящее время эти виды сортиментов продолжают занимать ведущее место на рынке лесоматериалов, в связи с чем, далее приводятся требования целлюлозно-бумажной промышленности к сучковатости поставляемого древесного сырья.

Из всех отраслей лесоперерабатывающей промышленности целлюлозно-бумажное производство является наиболее прогрессирующей в технологическом отношении.

В соответствии с перечнем действующих в настоящее время стандартов, следует отметить ГОСТ 9463-88, регламентирующий требования к хвойным балансам 1-3 сорта, и ГОСТ 22296-89 на экспортируемые балансы 1 и 2 сорта. Анализ этих стандартов показывает, что качество балансов определяется породой; размерами и нормами допускаемых по стандарту пороков⁷⁸.

Основным пороком, ограничивающим использование балансов, являются сучки, которые влияют как на выход, так и на качество целлюлозы. Для оценки сортности хвойных балансов предусматривается определение разновидности сучков⁷⁹ и их диаметра у основания. Разновидности сучков (здоровые, загнившие, гнилые, табачные) имеют важное практическое значение при целлюлозно-бумажном производстве, косвенно позволяя определять наличие (отсутствие) гнили в древесине сортимента и общее состояние (качество) используемой древесной массы. Диаметр сучков влияет на трудозатраты при их обрезке и определяет возможность использования сучкорезных устройств.

Следует отметить, что в балансах для выработки сульфатной целлюлозы стандартом допускаются сучки всех разновидностей и пасынок. Однако следует учитывать тот факт, что сучки отличаются пониженным содержанием целлюлозы и повышенным содержанием смол. Здоровые сучки при варке образуют непровар, засоряющий целлюлозу, мелкой, трудно

⁷⁸ГОСТ 9463-88. Лесоматериалы круглые хвойных пород [Текст]. М.: Изд-во стандартов, 1988. 13 с.

⁷⁹ГОСТ 2140-81. Пороки древесины. Классификация, термины и определения [Текст]. М.: Изд-во стандартов, 1982. С. 11

отделимой кострой. Большое количество сучков вызывает дополнительные затруднения при окорке балансов, ухудшает качество вырабатываемой целлюлозы, повышая ее смолистость. Сучковая древесина и завитки, окружающие сучки, вследствие пониженного содержания целлюлозы уменьшают общий выход целлюлозы по варке на 0,5-1%, а целлюлозы 1 и 2 сортов – примерно на 3-5%. Из выше сказанного следует, что балансы с меньшим количеством и диаметром сучков будут отличаться лучшим качеством и позволят повысить выход целлюлозы из единицы объема древесного сырья. Именно этим мы обосновываем необходимость определения этих параметров сучковатости стволов.

Кроме выше перечисленных, нормированных в национальных стандартах, показателей, следует добавить ряд важных характеристик, определяющих качество сырья для производства целлюлозы.

Известно, что доля смолы, затрудняющей целлюлозно-бумажное производство, в бессучковой древесине в 7-8 раз меньше, чем в сучковатой, в связи с чем, переработка бессучковой древесины позволяет получить до 42-43% целлюлозы, сучковой - лишь 26%. Поэтому, очищаемость стволов от сучьев, количество сучков на 1 погонный метр ствола, косвенно влияя на выход целлюлозы, также являются важными показателями качества древесного сырья и требуют учета при выращивании балансовой древесины. Этими параметрами также определяются трудозатраты на очистку деревьев от сучьев, а, следовательно, и себестоимость продукции, что позволяет отнести их к числу важных показателей качества.

ГОСТ 22296-89⁸⁰ предъявляет более жесткие требования к экспортируемым балансам и ограничивает поставку сырья лишь 1 и 2 сорта диаметром от 6 до 24 см и длиной от 1,0 до 6,5 м. Стандартом несколько повышены требования к древесному сырью в части наличия и выраженности пороков.

В конечном итоге следует заключить, что высококачественное сырье для целлюлозно-бумажной промышленности должно характеризоваться значительной сучковатостью, что в конечном итоге позволит повысить эффективность производства.

Качество хвойного древесного сырья для лесопильной промышленности (далее пиловочник) регламентировано национальными стандартами 9463-88 и 22298-76 Э⁸¹ (на экспортируемые пиловочные бревна). Основные требования стандартов к сырью, также как и по балансам, сводятся к трем

⁸⁰ГОСТ 22296-89. Балансы для экспорта. Технические условия [Текст]. Взамен ГОСТ 22296-76. Введ. 22.03.1989. М.: Изд-во стандартов, 1989. 4 с.

⁸¹ГОСТ 22298-76 Э. Бревна пиловочные хвойных пород, поставляемые для экспорта. Технические условия [Текст]. М.: Изд-во стандартов, 1976. 5 с.

основным показателям: породе, размерам и нормами допускаемых по стандарту пороков.

Допускается заготовка пиловочных бревен 1, 2 и 3 сорта. Основной сортообразующий порок пиловочника - сучки различного состояния. Для сосны они являются сортоопределяющим фактором в 70 случаях из 100, для ели - в 2/3 случаев. Сучки оказывают существенное влияние на прочностные характеристики древесины. Наличие здоровых, наиболее часто встречающихся сучков, снижает предел прочности при сжатии вдоль волокон древесины сосны и ели в пределах от 20 до 40%.

Ограничения по всем разновидностям сучков (за исключением табачных) введены лишь для 1 и 2 сорта, максимальный диаметр сучков не должен превышать 10 см. Для пиловочника 3 сорта допускаются сучки любой толщины. Максимально допустимый диаметр табачных сучков - 5 см.

Стандартом, также как и по балансам, не рассматриваются важные параметры сучковатости - степень очищаемости стволов от сучьев и количество сучков на 1 погонном метре ствола, выраженность которых может предопределить затраты на заготовку лесоматериалов, их стоимость и качество.

В конечном итоге можно заключить, что требованиями к сырью для целлюлозно-бумажной и лесопильной промышленности будут отвечать круглые лесоматериалы с наименьшей сучковатостью. Выход высококачественных пиловочника общего назначения и балансов при увеличении на древесных стволах протяжённости бессучковой зоны и уменьшении площади поверхности ствола, занятой сучками на 1 п.м. будет возрастать. Всё выше сказанное ещё раз подтверждает актуальность рассматриваемого вопроса.

Сучковатость древесных стволов исследуется учеными разных стран на протяжении уже более ста лет ⁸²

Отдельные деревья в древостое отличаются по ряду наследственных особенностей, в том числе параметрическим показателям стволов, типу ветвления, цвету шишек, состоянию коры, плотности, равнослойности,

⁸² См.: Савков, Е.И. Прочность пиломатериалов. [Текст] / М., Гос-лесбумиздат, 1962. С. 68 ; Самофал, С.А. Изменчивость обыкновенной сосны в связи с климатом [Текст] Докл. Всесоюз. съезда ботаников. Л.: Изд. ВБО, 1928. С. 217-232.; Солодько, А.С. Строение, рост и качественное состояние древостоев центральных и южных районов Красноярского Края. [Текст]: / авт. дисс. ... канд. с.-х. наук / А.С. Солодько. Красноярск. 1966. С.263.; Тюрин, Е.Г. Товарная структура молодых лесов Европейского Севера в связи с рубками ухода [Текст] / Е.Г. Тюрин // Лесн. журн. 1983 №5. С. 18-21.; Тябера, А.П. Объём коры, сучьев и масса хвои в сосняках Литвы [Текст] // Лесное хозяйство. 1981. №6. С. 14-18.; Уголев, Б.Н. Испытания древесины и древесных материалов [Текст] / Б.Н. Уголев. «Лесная промышленность». 1965. С.52.; Федоров, Р.Б. Географическая изменчивость некоторых показателей качества древесины сосны обыкновенной в лесной зоне Европейской части СССР [Текст] / авт. дисс. ... канд. с.-х. наук / Р.Б. Федоров. - Л.: ЛТА, 1986. С. 21 ; Хамитов, Р.С. Влияние стимуляторов на всхожесть семян и рост сеянцев сосны кедровой сибирской [Текст]: / авт. дисс. ... канд. с.-х. наук / Р.С. Хамитов - Архангельск, 2006. С. 18 ; Шалаев, В.С. Результаты изучения распределения сучков на поверхности еловых пиловочных брёвен [Текст] / В.С. Шалаев // Лесной журнал, 1976. № 5. С. 137.

акустическим характеристикам, текстуре древесины и другим показателям. Изучение насаждений может убедить каждого в наличии многоформенности деревьев их составляющих, в то время как налицо имеется собрание близко родственных особей. Материалы фенотипического анализа являются свидетельством различной степени наследуемости свойств древесины в потомстве⁸³. В большинстве случаев признается, что отбор и размножение фенотипически лучших деревьев гарантирует создание и воспроизводство в последующих поколениях всех хозяйственно-ценных признаков и свойств, в том числе высокое качество древесины по признакам сучковатости.

Результаты исследований свидетельствуют о том, что для сосны с узкой формой кроны характерны формирование более тонких сучьев и лучшая (на 30-60%) очищаемость ствола, меньший диаметр и протяженность кроны в сравнении с ширококронными экземплярами.

Как известно, географические лесные культуры являются уникальным объектом для исследований внутривидовой изменчивости древесных растений. На одном из таких объектов, находящемся на территории Архангельской области, нами ранее была исследована сучковатость стволов сосны 9 климатипов сосны обыкновенной (из них: 6 среднетаёжных и 3 северотаёжных климатипов). На основании детального изучения 227 модельных деревьев было выявлено, что протяжённость различных зон ствола значительно варьирует в пределах каждого из рассматриваемых климатипов (C=23-71). Различия по средней протяжённости бессучковой зоны, зоны с сухими сучками и живой кроны между северотаёжными и среднетаёжными климатипами статистически не достоверны.

Знания особенностей роста и развития отдельных форм и степени наследования признаков в потомстве могут быть применены при плановой селекции материнских деревьев с древесиной повышенного качества для

⁸³ См.: Рябоконь, А.П. О структуре качества древесных стволов хвойных пород [Текст] / А.П. Рябоконь // Лесное хозяйство, 1981, №1. С. 41.; Рябоконь, А.П. О качестве стволов сосны в древостоях различной густоты [Текст] / А.П. Рябоконь // Лесное хозяйство, 1993, №5-6. С. 19.; Рябин, В.А. О влиянии состава насаждений на сучковатость деревьев сосны [Текст] / С.А. Рябин // Учебные записки Петрозаводского ин-та. Петрозаводск, 1975. Т. 22. Вып. 3. С. 149.; Савков, Е.И. Прочность пиломатериалов. [Текст] / Е.И. Савков. - М., Гос-лесбуиздат, 1962. С. 88.; Самофал, С.А. Изменчивость обыкновенной сосны в связи с климатом [Текст] / С.А. Самофал // Докл. Всесоюз. съезда ботаников. Л.: Изд. ВБО, 1928. С. 232.; Солодько, А.С. Строение, рост и качественное состояние древостоев центральных и южных районов Красноярского Края. [Текст]: / авт. дисс. ... канд. с.-х. наук / А.С. Солодько. - Красноярск. 1966.; Тюрин, Е.Г. Товарная структура молодых лесов Европейского Севера в связи с рубками ухода [Текст] / Е.Г. Тюрин // Лесн. журн. 1983. №5. С. 18-21.; Тябера, А.П. Объём коры, сучьев и масса хвои в сосняках Литвы [Текст] // Лесное хозяйство. 1981. №6. С. 14.; Уголев, Б.Н. Испытания древесины и древесных материалов [Текст] / Б.Н. Уголев. «Лесная промышленность». 1965. С.26; Федоров, Р.Б. Географическая изменчивость некоторых показателей качества древесины сосны обыкновенной в лесной зоне Европейской части СССР [Текст] / авт. дисс. ... канд. с.-х. наук / Р.Б. Федоров. Л.: ЛТА, 1986. С. 21

последующего их внедрения в цикл создания насаждений целевого назначения⁸⁴.

Изменчивость показателей сучковатости может быть вызвана изменением возраста древостоя.

С увеличением возраста древостоя происходит более интенсивное отмирание живой кроны и увеличение протяжённости бессучковой части ствола, а также толщины сучьев при уменьшении их количества.

В чистых одновозрастных ельниках естественного происхождения с полнотой - 0,8, I класса бонитета очищаемость стволов от сучьев увеличивается пропорционально возрасту древостоя.

Процесс отмирания нижних ветвей деревьев сосны в сосновых насаждениях начинается в возрасте 15-20 лет, однако их опадение, т.е. формирование бессучковой части стволов, начинается значительно позже - в 35-50-летнем возрасте. Бессучковая часть стволов в возрасте спелости в зависимости от бонитета насаждения достигает 10-30%, а в перестойных сосняках даже до 30-45%.

В культурах сосны южной подзоны тайги Вологодской области происходит увеличение протяжённости трёх сучковых зон ствола с возрастом в абсолютных величинах. В процентном отношении заметные изменения наблюдаются лишь в размерах бессучковой зоны (таблица 3.1.1).

Таблица 3.1.1

Протяжённость различных зон стволов в культурах южной подзоны тайги

Возраст культур, лет	Протяжённость, м/%		
	бессучковой зоны	зоны с сухими сучками	кроны
50	<u>0,6</u> 4,8	<u>6,7</u> 54,0	<u>5,1</u> 41,2
70	<u>1,1</u> 7,1	<u>8,3</u> 53,2	<u>6,2</u> 39,7

Показана роль условий местопроизрастания в формировании сучковатости стволов. С улучшением условий роста увеличивается протяжённость бессучковой зоны и, как следствие, уменьшается длина живой кроны. В сосняках-кисличниках и черничниках Европейского Севера

⁸⁴ См.: Гиряев, М.Д. Лесопользование в России [Текст] / М.Д. Гиряев // М.: ВНИИЛМ, 2003. С.60; Шипилин, Н.А. Исследование физико-механических свойств, строение и формы сучьев ели [Текст] / Н.А. Шипилин // Тр. ЦНИИМЭ. - 1968. С. 18.; Штукин, С.С. Влияние густоты культур и длительного применения минеральных удобрений на рост ветвей и образование пороков формы ствола у сосны обыкновенной [Текст] / С. С. Штукин // Лесное хозяйство, 1993, №5-6. С. 30.; Шенников, А.П. Геоботанические районы Северного края и их значение в развитии производительных сил [Текст] / А.П. Шенников // Материалы II конференции по изучению производительных сил Северного края. Т. 2. Архангельск, 1933. С. 10-16.; Шиманюк, А.П. Опыт изучения северных лесов [Текст] / А.П. Шиманюк. М.-Л., 1931. С.159.

протяженность бессучковой зоны составляет 61-88, а в сосняках лишайниковых и сфагновых - 50-59% от высоты деревьев.

Протяжённость кроны ели не значительно изменяется в зависимости от типа леса и при одной толщине дерева остаётся почти постоянной⁸⁵.

По мере улучшения лесорастительных условий возрастает абсолютная длина трех основных зон ствола сосны (таблица 3.1.2).

Таблица 3.1.2

Сучковатость древесных стволов сосны обыкновенной по типам леса в культурах Вологодской области

Тип леса	Количество сучьев, шт. на 1 п.м. ствола		Средние размеры сучьев, см	
	сухие	живые	длина	толщина
Сосняк черничный	5,1±0,6	5,2±0,7	56,3±10,6	1,2±0,2
Сосняк брусничный	5,1±0,6	4,6±0,5	52,0±10,5	0,8±0,2
Сосняк лишайниковый	6,2±0,6	7,2±0,7	46,0±10,2	0,7±0,2

С улучшением лесорастительных условия уменьшается количество сучьев на одном погонном метре ствола. В наиболее продуктивных типах леса (черничник, брусничник) формируются сучки больших размеров, что обусловлено не только лучшими условиями роста, но и меньшей полнотой древостоев.

В условиях южной тайги Вологодской области формируется большая по протяжённости бессучковая зона ствола, в сравнении с северной подзоной.

При продвижении с севера на юг происходит увеличение среднего диаметра сучков, а количество сучков на 1п.м., уменьшается (таблица 3.1.3).

⁸⁵ См.: Паршевников, А.Л. Почвы лесов Вологодской области [Текст] / А.Л. Паршевников // Леса и лесное хозяйство Вологодской области. Вологда, 1971. С. 67-80.; Рябоконь, А.П. Продуктивность сосновых насаждений и качество древесины при ускоренном выращивании на пиловочник. [Текст]/ А.П. Рябоконь // Лесное хозяйство, 1978, №3. С. 33-37.; Полубояринов, О.И. Оценка качества древесины насаждений на основе комплексного показателя [Текст] / О.И. Полубояринов // Лесное хозяйство, лесная, деревообрабатывающая и целлюлозно-бумажная промышленность. 1976. Вып. IV. С. 39-41.; Шипилин, Н.А. Исследование физико-механических свойств, строение и формы сучьев ели [Текст] / Н.А. Шипилин // Тр. ЦНИИМЭ. 1968. С. 56.; Чибисов, Г.А. Рубки ухода на севере – за научную основу [Текст] // Развитие Вологодского лесоустройства за период 1883-1983 гг. и перспективы его совершенствования на Европейском Севере: Тезисы докладов научно-практической конференции, посвященной 100-летию Вологодского лесоустройства. Вологда, 1983. С. 42.

Таблица 3.1.3

Параметры сучковатости древесных стволов сосны обыкновенной в лесных культурах южной подзоны тайги Вологодской области

Тип леса	Средний диаметр сучка, мм		Количество сучьев, шт./ п. м ствола	
	сухой	живой	сухие	живые
Сосняк лишайниковый	9,20±0,7	12,07±0,9	10,33±1,2	9,43±1,2
Сосняк брусничный	10,50±0,3	12,98±0,4	8,41±0,3	10,56±0,3
Сосняк черничный	14,90±0,4	16,46±0,4	5,90±0,4	9,91±0,7

Отмирание живых ветвей наиболее быстрыми темпами протекает в более продуктивном черничном типе леса. Скорее всего, это происходит в связи с недостатком света у нижних ветвей, вследствие наиболее быстрого разрастания кроны в высоту и ширину, по сравнению с другими типами леса.

В более южных широтах отмирание нижних ветвей замедляется по сравнению с северными, что связано с солнечной активностью.

Лучшая очищаемость стволов от сучьев в густых насаждениях связана с недостатком света (таблица 3.1.4).

Таблица 3.1.4

Освещённость и очищаемость стволов ели от сучьев в насаждениях различной густоты

Густота, тыс. шт./ га	Расстояние до первого живого сучка, см	Освещённость	
		тыс. люкс	%
50,0	61	11	2,0
70,0	70	9	15
40,0	77	3	6

Чем гуще древостой и меньше средний диаметр сучьев, тем раньше начинается процесс отмирания нижних ассимиляционных органов путём естественного очищения от сучьев.

В целях лучшего формирования ствола - ограничения развития сучьев в толщину, ускорения их отмирания и разрушения, у сосны и ели необходимо поддерживать возможно большую полноту до 40-летнего возраста⁸⁶.

⁸⁶ См.: Юдинцева, А.Г. Влияние густоты и способа создания культур на сучковатость сосны [Текст] «Лесохозяйственная информация» Реферативный выпуск, 1969 № 16 С. 12.; Чистяков, А.Р. Сучковатость ствола древесных пород (березы, сосны, осины) и методы ее регулирования [Текст] / А.Р. Чистяков // Сб. трудов Поволжского ЛТИ, 1949 - №46. С. 53; Чупров, Н.П. Оценка потенциальной производительности лесов Севера [Текст] / Н.П. Чупров // Лесное хозяйство, 1981. - №7. С. 37.; Шутов, И.В. Платационное лесоводство [Текст] // Под общей редакцией И.В. Шутова / СПб. Изд-во. Политехн. Ун-та, 2007. С. 36; Чертовской, В.Г. Еловые леса Европейской части СССР [Текст] / В.Г. Чертовской. М.: Лесная промышленность, 1978. С. 17.

Очищение же стволов от мёртвых сучьев слабее во всех посадках и скорее связано с почвенно-грунтовыми условиями и отсутствием второго яруса, чем с густотой древостоя.

Для культур сосны Вологодской области отмечено, что сучковатость стволов определяется не только условиями местопроизрастания древостоев, но и их полнотой.

По нашим данным протяженность бессучковой зоны максимальная в насаждении состава 5С5Е. Различия достоверны между вариантами с участием сосны в составе 5 и 7 единиц ($t_{\text{факт.}} \geq 2,1$ при $t_{0,05} = 2,0$) (таблица 3.1.5).

Таблица 3.1.5

Протяженность различных зон ствола сосны в культурах в средневозрастных культурах различного состава зеленомошной группы типов леса

Протяженность зоны ствола, м/%	Состав древостоя		
	10С	7С3Е	5С5Е
без сучьев	<u>0,6±0,04</u> 2,7	<u>0,5±0,1</u> 2,1	<u>0,8±0,1</u> 3,1
с сухими сучьями	<u>14,9±0,3</u> 67,7	<u>11,4±0,4</u> 47,5	<u>14,8±0,6</u> 56,5
с живыми ветвями	<u>6,5±0,3</u> 29,5	<u>12,1±0,8</u> 50,4	<u>10,6±0,6</u> 40,5

В отличие от естественных таёжных древостоев, характеризующихся той или иной разновозрастностью, лесные культуры абсолютно одновозрастны с незначительным варьированием по возрасту за счёт дополнения и примеси естественного возобновления. Особенности возрастной структуры накладывают свой отпечаток на строение и рост культур по отдельным показателям⁸⁷.

В результате исследований, проведённых нами в средневозрастных культурах сосны зеленомошной группы типов леса выявлено, что диаметр и число сучьев, на 1 п.м. ствола, в одинаковых лесорастительных условиях в сосняках искусственного происхождения формируются более толстые сучки по сравнению с естественными насаждениями (таблица. 3.1.6).

⁸⁷ См.: Чистяков, А.Р. Сучковатость ствола древесных пород (березы, сосны, осины) и методы ее регулирования [Текст] / А.Р. Чистяков // Сб. трудов Поволжского ЛТИ, 1949 - №46.; Цветков, Некоторые вопросы лесоведения и лесоводства на Европейском Севере [Текст] / В.Ф. Цветков. – Архангельск: Изд-во АГТУ, 2000. С. 53; Юдинцева, А.Г. Влияние густоты и способа создания культур на сучковатость сосны [Текст] «Лесохозяйственная информация» Реферативный выпуск, 1969 № 16 С. 12.; С. 53; Чупров, Н.П. Оценка потенциальной производительности лесов Севера [Текст] / Н.П. Чупров // Лесное хозяйство, 1981. - №7. С. 37.; Шутов, И.В. Плантационное лесоводство [Текст] // Под общей редакцией И.В. Шутова / СПб. Изд-во. Политехн. Ун-та, 2007. С. 36.

Таблица 3.1.6

Толщина и количество сучков на стволах сосны в насаждениях различного происхождения

Происхождение древостоя	Статистические показатели				
	M $\pm$ m, мм	σ	C, %	P, %	t
Диаметр сучьев, см					
искусственное	18,3 $\pm$ 1,0	3,9	21,3	5,4	18,3
естественное	15,7 $\pm$ 1,3	4,5	28,7	8,2	12,1
Количество сучьев, шт/п.м.					
искусственное	7,9 $\pm$ 0,4	2,4	30,3	5,0	19,8
естественное	8,1 $\pm$ 0,5	2,0	24,6	6,2	16,2

Результаты ранее проведённых нами исследований позволяют судить о наличии большего числа сучков на п.м. ствола сосны в посадках в сравнении с посевами в аналогичных лесорастительных условиях (таблица 3.1.7).

Таблица 3.1.7

Параметры сучковатости стволов сосны в посевах и посадках

Показатель	Метод создания культур	
	посев	посадка
Средний диаметр у основания сучков в см	1,9 $\pm$ 0,01	1,9 $\pm$ 0,02
Количество сучков шт./ п.м.	3,7 $\pm$ 0,01	5,8 $\pm$ 0,02

Накопленный опыт, несомненно, должен быть положен в основу концепции выращивания высококачественной древесины с наименьшей сучковатостью. Некоторые противоречия в выводах, а также немногочисленность или отсутствие научных изысканий по некоторым вопросам в области исследования сучковатости стволов служат основанием для продолжения (проведения) специальных исследований.

Опытные лесные культуры представляют, как известно, большой теоретический и практический интерес. Заложенные в однородных лесорастительных условиях, они позволяют выявить преимущества или недостатки того или иного метода, способа создания, вида, возраста посадочного материала и отобрать для производственных целей наиболее оптимальный вариант.

На Европейском Севере в качестве опытно-производственного полигона для закладки опытных лесных культур с целью разработки агротехнических приемов создания и выращивания ели на сплошных концентрированных

вырубках в условиях южной тайги в своё время был выбран Грязовецкий лесхоз Вологодской области⁸⁸.

Изученные нами опытные культуры ели европейской созданы в 1958 году с использованием различного посадочного материала. В первые годы выращивания в вариантах культур проведены различные агротехнические уходы (табл. 3.1.8).

Таблица 3.1.8

Характеристика участков опытных ели культур

Вариант	Номер участка	Площадь, га	Характеристика опыта
I	1	0,16	Посадка 2-летних сеянцев с уходом (прополка и рыхление: в 1-й год - 3 раза; 2-й год - 2 раза; 3-й год - 1 раз).
	2	0,16	Посадка 2-летних сеянцев с укороченной на 1/3 корневой системой (прополка и рыхление: в 1-й год - 3 раза; 2-й год - 2 раза; 3-й год - 1 раз).
	3	0,16	Посадка 4-летних саженцев (прополка и рыхление: в 1-й год - 3 раза; 2-й год - 2 раза; 3-й год - 1 раз).
II	1	0,13	Посадка 2-летних сеянцев по 2 шт. в посадочное место (прополка и рыхление: в 1-й год - 3 раза; 2-й год - 2 раза; 3-й год - 1 раз).
III	1	0,16	Посадка 4-летних саженцев с уходом в первые два года (прополка и рыхления; в 1-й год - 1 раз; во 2-й год - 2 раза).
	2	0,16	Посадка 4-летних саженцев с уходом на 2-й и 3-й год (прополка и рыхления 1 и 2 раза соответственно).
	4	0,16	Посадка 4-летних саженцев без проведения агротехнических уходов.

Суть нашего опыта заключалась в исследовании сучковатости стволов ели в этих вариантах культур.

Следует отметить, что в 1959 году инвентаризацию опытных культур ели провел Л.Ф. Ипатов. Именно с его подробно составленной докладной записки, включающей фотоснимки вариантов культур началась история изучения этого объекта⁸⁹.

⁸⁸См.: Бабич, Н.А. Культуры ели Вологодской области [Текст] / Н.А. Бабич, Н.П. Гаевский, О.А. Конюшатов // Вологодское управление лесами; АГТУ Архангельск, 2000. 160 с.; Лиюгенький, Г.Л. Лесовосстановление в Вологодской области [Текст] / Г.Л. Лиюгенький // Рубки и восстановление леса на Севере. Архангельск, 1968. С. 344-355.; См.: Цветков, Некоторые вопросы лесоведения и лесоводства на Европейском Севере [Текст] / В.Ф. Цветков. – Архангельск: Изд-во АГТУ, 2000. С. 53; Юдинцева, А.Г. Влияние густоты и способа создания культур на сучковатость сосны [Текст] «Лесохозяйственная информация» Реферативный выпуск, 1969 № 16 С. 12.; Чистяков, А.Р. Сучковатость ствола древесных пород (березы, сосны, осины) и методы ее регулирования [Текст] / А.Р. Чистяков // Сб. трудов Поволжского ЛТИ, 1949 - №46. С. 53; Чупров, Н.П. Оценка потенциальной производительности лесов Севера [Текст] / Н.П. Чупров // Лесное хозяйство, 1981. - №7. С. 37.

⁸⁹ См.: Бабич, Н.А. Культуры ели Вологодской области [Текст] / Н.А. Бабич, Н.П. Гаевский, О.А. Конюшатов // Вологодское управление лесами; АГТУ Архангельск, 2000. С. 60 ; Шенников, А.П. Геоботанические районы Северного края и их значение в развитии производительных сил [Текст] / А.П. Шенников // Материалы II конференции по изучению производительных сил Северного края. Т. 2. Архангельск, 1933. С. 10-16.; Шиманюк, А.П. Опыт изучения северных лесов [Текст] / А.П. Шиманюк. М.-Л., 1931. С.159.; Пронина, О.В. Качество древесины ели разного

Нельзя не упомянуть Г.Л. Лиогенького, который уделял большое внимание внедрению новых технологий, повышающих качество и эффективность лесовосстановительных работ. Благодаря именно его публикациям в центральных и региональных печатных изданиях, первые результаты изучения опытных культур ели получили широкую известность в научных кругах и среди производителей⁹⁰.

Кроме того, инвентаризация опытных культур ели проводилась специалистами Грязовецкого лесхоза с 1958 по 1962 г. ежегодно, а затем в 1966 году.

В дальнейшем, регулярные наблюдения за опытными лесными культурами были прекращены. Лишь эпизодически культуры исследовались в 1972 и 1974 годах студентами-дипломниками лесохозяйственного факультета, а в 1983 году - сотрудниками АЛТИ (АГТУ).

В 1995 и 2002 годах опытные культуры были детально исследованы О.А. Конюшатовым. Были восстановлены пробные площади - варианты культур, поставлены новые столбы, установлен аншлаг, прочищены границы, уточнена площадь отдельных вариантов участка и сделана его привязка к квартальной сети⁹¹.

Лесокультурный участок был представлен однолетней вырубкой из-под ельника черничного, наиболее типичного для Вологодской области типа леса. Состав насаждения - 7Е2Б10с, относительная полнота - 0,6, класс бонитета III. Общий рельеф местности ровный с небольшим уклоном на юг к речке Моксе. Микрорельеф выражен слабо. Напочвенный покров на в 38-летнем возрасте культур был представлен в основном кислицей обыкновенной, копытнем обыкновенным, папоротником мужским и трехгранным, чиной весенней, снытью обыкновенной и хвощем лесным. В подлеске встречаются рябина, ива, черемуха, жимолость.

Обработка почвы под культуры производилась весной вручную мотыгами с подготовкой полос шириной 0,5 м с расстоянием между их серединами - 2,0 м. Шаг посадки - 0,8 м. Первоначальная густота культур составляла 6250 посадочных мест на 1 га. В рассмотренных вариантах были проведены осветления в

географического происхождения в условиях Центральной России [Текст] / авт. дисс. ... к. с.-х. наук / Пронина О.В. - Москва. 2008. С. 12

⁹⁰См.: Лиогенький, Г.Л. Лесовосстановление в Вологодской области [Текст] / Г.Л. Лиогенький // Рубки и восстановление леса на Севере. Архангельск, 1968. С. 344-355.; Гиряев, М.Д. Лесопользование в России [Текст] / М.Д. Гиряев // М.: ВНИИЛМ, 2003. С.60; Шипилин, Н.А. Исследование физико-механических свойств, строение и формы сучьев ели [Текст] / Н.А. Шипилин // Тр. ЦНИИМЭ. - 1968. С. 18.; Штукин, С.С. Влияние густоты культур и длительного применения минеральных удобрений на рост ветвей и образование пороков формы ствола у сосны обыкновенной [Текст] / С. С. Штукин // Лесное хозяйство, 1993, №5-6. С. 30.;

⁹¹См.: Бабич, Н.А. Культуры ели Вологодской области [Текст] / Н.А. Бабич, Н.П. Гаевский, О.А. Конюшатов // Вологодское управление лесами; АГТУ Архангельск, 2000. С. 80.;

1963, 1965 и 1966 годах в возрасте культур 6, 8 и 9 лет с выборкой мягколиственных пород соответственно 8; 8 и 27 м³/1 га⁹².

Основные выводы (Бабич, Гаевский, Конюшатов, 2000), полученные по результатам исследований опытных культур ели в первые годы после их создания, сводятся к следующим положениям: Посадка ели по сравнению с посевом - более надежный метод искусственного лесовосстановления. Наиболее перспективным посадочным материалом следует считать 4-летние саженцы.

Таксационная характеристика исследованных культур, полученная на основании наших исследований, представлена в табл. 9.

В настоящее время) на участках культур сформировались смешанные хвойно-лиственные насаждения I-II класса бонитета с преобладанием культивируемой ели в составе культурценоза. Тип леса – ельник кисличник. Подрост представлен елью, берёзой, осинкой, ольхой, ивой. В подлеске встречаются рябина, ива и черёмуха. Напочвенный покров представлен кислицей обыкновенной, копытнем обыкновенным, хвощём лесным. Почва: дерново-сильнопodzolistая, легкосуглинистая на покровной глине.

⁹²См.: Лиогенький, Г.Л. Лесовосстановление в Вологодской области [Текст] / Г.Л. Лиогенький // Рубки и восстановление леса на Севере. Архангельск, 1968. С. 344-355.; Цветков, Некоторые вопросы лесоведения и лесоводства на Европейском Севере [Текст] / В.Ф. Цветков. – Архангельск: Изд-во АГТУ, 2000. С. 53; Юдинцева, А.Г. Влияние густоты и способа создания культур на сучковатость сосны [Текст] «Лесохозяйственная информация» Реферативный выпуск, 1969 № 16 С. 12.; Чистяков, А.Р. Сучковатость ствола древесных пород (березы, сосны, осины) и методы ее регулирования [Текст] / А.Р. Чистяков // Сб. трудов Поволжского ЛТИ, 1949 - №46. С. 53; Чупров, Н.П. Оценка потенциальной производительности лесов Севера [Текст] / Н.П. Чупров // Лесное хозяйство, 1981. - №7. С. 37.; Шутов, И.В. Платационное лесоводство [Текст] // Под общей редакцией И.В. Шутова / СПб. Изд-во. Политехн. Ун-та, 2007. С. 36; Чертовской, В.Г. Еловые леса Европейской части СССР [Текст] / В.Г. Чертовской. М.: Лесная промышленность, 1978. С. 17.; Полубояринов, О.И. Сучковатость древесного сырья [Текст] / О.И. Полубояринов. Л.: ЛТА, 1972. С. 34; Полубояринов, О.И. Квалиметрия древесного сырья в процессе лесовыращивания [Текст] / О.И. Полубояринов / авт. дисс. ... докт. с.-х. наук / О.И. Полубояринов. Ленинград. 1976. С. 20.

Таблица 3.1.9

Таксационная характеристика опытных культур ели

Участок	Состав	N, шт./га	Сохран- ность, %	Средние		А, лет	Бонитет	Полнота		М, м³/га
				Д, см	Н, м			Р _{абс} м²/га	Р _{отн}	
I-1	7Е	595	10,0	17,7	18,8	50	I	15,37	0,45	146
	1Ос	39		26,4	27,1			2,04	0,07	29
	1Б	67		13,4	20,1			0,99	0,08	12
	1Ив	142		14,1	22,5			2,22	0,06	22
Итого		843						20,62	0,66	209
I-2	8Е	939	15,0	18,5	19,5	50	I	24,21	0,69	243
	1Ос	61		17,6	23,3			1,56	0,07	19
	1Ив	154		13,2	20,2			2,12	0,07	24
	+Б	44		12,0	19,1			0,59	0,02	56
	ед. Ол.	55		9,5	18,6			0,35	0,01	2
Итого		1253						28,83	0,86	344
I-3	7Е	1488	24,0	17,2	19,0	50	I	31,31	0,90	280
	1Ос	134		19,6	24,1			4,12	0,11	47
	1Б	73		15,8	21,3			1,45	0,06	19
	1Ив	215		14,3	16,2			3,46	0,09	35
	+Е*	55			18,2			1,22	0,03	8
Итого								41,4	1,19	389
II-1	7Е	967	16,0	16,6	18,7	50	II	16,56	0,51	143
	1Ос	22		24,5	26,4			7,50	0,19	92
	1Б	37		19,8	23,0			7,09	0,13	87
	1Ол	23		11,0	19,3			6,18	0,10	81
Итого								37,33	0,93	403
III-1	8Е	939	15,0	17,0	19,3	50	I	21,11	0,64	210
	2Е*	96		19,8	21,0			3,07	0,09	31
	+Ив	40		13,5	20,5			0,66	0,02	9
	ед. Ол.	30		13,2	20,3			0,41	0,01	4
Итого		1105						25,25	0,76	254
III-2	9Е	1499	24,0	17,0	19,3	50	I	31,97	0,89	285
	1Ос	61		21,7	25,6			2,30	0,06	28
	+Е* ед.Б	16		26,6	23,1			1,06	0,03	12
		17		12,2	19,5			0,22	0,01	3
Итого		1593						35,55	0,99	328
Ш-4	9Е	1685	27,0	17,9	19,7	50	I	45,15	1,19	396
	1Е*	36		23,7	22,5			2,04	0,05	19
	ед.Бед.Ив	25		12,8	20,5			0,34	0,01	3
		18		14,1	20,8			0,28	0,01	3
Итого		1764						47,81	1,26	421

Е* - ель естественного происхождения



Рисунок 3.1.1. Опытные культуры ели (вариант III-2)
В среднем для ели: $D - 17,0$ см, $H - 19,3$ м, $A - 50$ лет,
 $P_{отн.} - 0,89$, $M - 285$ м³/га

Сравнивая полученные нами результаты с данными других авторов в 45-летнем возрасте этих культур необходимо отметить, что за последние 5 лет диаметр культивируемой ели увеличился в среднем на 3,2, высота - на 4,5 и

запас - на 6,2%⁹³. При этом отмечается снижение густоты культур в среднем на 2%.

Учитывая общую направленность нашей работы, более подробно остановимся на оценке сучковатости стволов ели в опытных культурах.

Анализ наружной сучковатости стволов ели (табл. 10), позволяет заключить, что во всех рассмотренных вариантах культур процесс очищения от сучьев нижней комлевой части стволов происходит однообразно. Протяжённость бессучковой зоны составляет по вариантам 0,1 м (0,5-0,6 %).

Изменчивость показателя в культурах характеризуется средним коэффициентом вариации ($C=14-17\%$).

Для еловых древостоев естественного происхождения Северо-запада России коэффициент изменчивости признака составляет 61,9%.

⁹³См.: Бабич, Н.А. Культуры ели Вологодской области [Текст] / Н.А. Бабич, Н.П. Гаевский, О.А. Конюшатов // Вологодское управление лесами; АГТУ Архангельск, 2000. 160 с.; Лиогенький, Г.Л. Лесовосстановление в Вологодской области [Текст] / Г.Л. Лиогенький // Рубки и восстановление леса на Севере. Архангельск, 1968. С. 344-355.; Лиогенький, Г.Л. Лесовосстановление в Вологодской области [Текст] / Г.Л. Лиогенький // Рубки и восстановление леса на Севере. Архангельск, 1968. С. 344-355.; Цветков, Некоторые вопросы лесоведения и лесоводства на Европейском Севере [Текст] / В.Ф. Цветков. – Архангельск: Изд-во АГТУ, 2000. С. 53; Юдинцева, А.Г. Влияние густоты и способа создания культур на сучковатость сосны [Текст] «Лесохозяйственная информация» Реферативный выпуск, 1969 № 16 С. 12.; Чистяков, А.Р. Сучковатость ствола древесных пород (березы, сосны, осины) и методы ее регулирования [Текст] / А.Р. Чистяков // Сб. трудов Поволжского ЛТИ, 1949 - №46. С. 53; Чупров, Н.П. Оценка потенциальной производительности лесов Севера [Текст] / Н.П. Чупров // Лесное хозяйство, 1981. - №7. С. 37.; Шутов, И.В. Плантационное лесоводство [Текст] // Под общей редакцией И.В. Шутова / СПб. Изд-во. Политехн. Ун-та, 2007. С. 36; Чертовской, В.Г. Еловые леса Европейской части СССР [Текст] / В.Г. Чертовской. М.: Лесная промышленность, 1978. С. 17.; Полубояринов, О.И. Сучковатость древесного сырья [Текст] / О.И. Полубояринов. Л.: ЛТА, 1972. С. 34;

Таблица 3.1.10

Показатели сучковатости стволов ели в опытных культурах

Номер участка	Протяженность зон ствола, м/%			Количество сучков на п.м. ствола, шт.	Диаметр у основания сучков, см		Площадь поверхности ствола, занятая сучками, см ² /п.м.
	без сучков	с сухими сучками	с живыми сучками		средний	максимальный	
I - 1	$\frac{0,1 \pm 0,02}{0,5}$	$\frac{9,6 \pm 0,6}{51,1}$	$\frac{9,1 \pm 0,8}{48,4}$	$8,1 \pm 0,7$	$1,2 \pm 0,03$	3,6	$9,2 \pm 1,0$
I - 2	$\frac{0,1 \pm 0,02}{0,5}$	$\frac{9,7 \pm 0,7}{51,0}$	$\frac{9,2 \pm 0,6}{48,5}$	$7,8 \pm 0,6$	$1,2 \pm 0,03$	3,4	$8,8 \pm 1,0$
I - 3	$\frac{0,1 \pm 0,02}{0,5}$	$\frac{9,7 \pm 0,7}{51,0}$	$\frac{9,2 \pm 0,6}{48,4}$	$8,5 \pm 0,6$	$1,2 \pm 0,04$	3,5	$9,6 \pm 0,9$
II - 1	$\frac{0,1 \pm 0,02}{0,6}$	$\frac{9,6 \pm 0,6}{55,5}$	$\frac{9,1 \pm 0,9}{43,9}$	$7,0 \pm 0,6$	$1,3 \pm 0,03$	3,4	$9,3 \pm 1,1$
I - 1	$\frac{0,1 \pm 0,01}{0,5}$	$\frac{9,0 \pm 0,3}{46,6}$	$\frac{10,2 \pm 0,5}{52,9}$	$7,1 \pm 0,6$	$1,3 \pm 0,03$	3,0	$9,4 \pm 1,0$
III - 2	$\frac{0,1 \pm 0,01}{0,5}$	$\frac{9,6 \pm 0,3}{50,8}$	$\frac{9,1 \pm 0,5}{48,7}$	$7,7 \pm 0,6$	$1,3 \pm 0,04$	2,8	$10,2 \pm 1,0$
I - 4	$\frac{0,1 \pm 0,01}{0,5}$	$\frac{9,9 \pm 0,5}{50,0}$	$\frac{9,8 \pm 0,5}{49,5}$	$7,8 \pm 0,6$	$1,2 \pm 0,04$	3,0	$8,8 \pm 1,0$

Протяжённость бессучковой зоны слабо коррелирует с таксационными диаметром, высотой дерева ($r = 0,021-0,162$).

Этот факт свидетельствует о более однородном протекании процесса естественного очищения стволов от сучьев у деревьев в культурах, в сравнении с насаждениями естественного происхождения. Этот факт может объясняться относительно равномерным размещением деревьев по площади в лесных культурах, что, конечном итоге, способствует равномерному распределению солнечной радиации под полог древесных растений.

Медленное очищение стволов от сучьев следует считать характерным для ели. Это объясняется биологическими особенностями этой породы: наличие в сучках смолистых веществ, затрудняющих проникновение в сучковую древесину микроорганизмов, грибов и тем самым уменьшающих их разрушительную деятельность. Смолосодержание в сучковой древесине ели по его данным возрастает в процессе отмирания сучка с 3 до 35%.

Средняя протяжённость зоны ствола с сухими сучками составляет 46,6-55,5% (9,0-9,7м) от высоты ствола. Достоверность различий между выборочными средними также не доказана ($t_{\text{факт}} = 1,5$; $t_{0,05} = 2,0$). Вариация признака достигает 11-18%, что указывает на среднюю изменчивость признака.

Результаты регрессионного анализа свидетельствуют о высокой степени взаимосвязи между протяжённостью зоны ствола с сухими сучками и таксационным диаметром ствола ($r = 0,771 \pm 0,1$; $t_1 = 6,7$), аппроксимируемую уравнением прямой. Эта зависимость характерна для всех вариантов опытных культур.

Таким образом, более толстые стволы ели будут иметь большую абсолютную протяжённость зоны с сухими сучками.

Сухие сучки у ели долгое время остаются на стволах также в силу биологических свойств этой породы, в частности её теневыносливости.

Протяжённость живой кроны составляет в среднем 43,9-52,9% (9,1-10,2 м) от высоты ствола, существенно не различаясь по вариантам ($t_{\text{факт}} = 1,8$; $t_{0,05} = 2,0$). По этому показателю также отмечается средняя изменчивость ($C = 12-24\%$).

Выявлена высокая степень корреляции между протяжённостью живой кроны и таксационным диаметром ствола ($r = 0,728 \pm 0,1$; $t_1 = 7,3$). Связь между показателями аппроксимируется уравнением прямой.

Средний диаметр у основания сучков в рассмотренных вариантах культур составляет 1,2-1,3 см, что позволяет судить об относительной однородности древесного сырья по этому признаку. Различия между показателями не подтверждаются статистически ($t_{\text{факт.}} = 1,0$; $t_{0,05} = 2,0$). Изменчивость показателя средняя и составляет 24-27%.

Средний диаметр у основания сучков находится в тесной взаимосвязи с диаметром ствола на высоте 1,3 м ($r = 0,830 \pm 0,04$; $t_1 = 20,8$). При увеличении диаметра стволов возрастает диаметр сучков.

Визуальный осмотр стволов ели с последующим отбором модельных деревьев и детальным их обследованием не позволил выявить наличия сучков с признаками гнили, что позволяет расценивать их, как здоровые.

Как отмечалось нами выше, одним из сортоопределяющих показателей круглых лесоматериалов⁹⁴ являются максимальный диаметр у основания сучков. Максимальный диаметр сучков составляет по вариантам от 2,8-3,6 см.

⁹⁴ГОСТ 9463–88. Лесоматериалы круглые хвойных пород [Текст]. М.: Изд-во стандартов, 1988. 13 с.

Выявление взаимосвязи между таксационным диаметром ствола и максимальным диаметром сучков позволит в перспективе по данным перечета в насаждении производить расчет диаметров у основания сучьев, а, следовательно, упростит работу по определению сортности лесоматериалов. Результаты корреляционно-регрессионного анализа свидетельствуют о наличии высокой связи между таксационным диаметром ствола и максимальным диаметром у основания сучков ($r = 0,826 \pm 0,04$; $t_1 = 20,7$). С увеличением таксационного диаметра ствола увеличивается толщина сучков, что в конечном итоге снижает качество древесины.

С учетом требований ГОСТ 9463-88 и полученных нами результатов можно заключить, что на данном этапе онтогенеза в опытных культурах возможно получение сортиментов I и II сорта.

Для стволов ели с таксационным диаметром менее 16 см характерно наличие сучков толщиной не более 3 см, что позволяет считать такое древесное сырьё первосортными. При раскряжёвке стволов большого диаметра возможно получение сортиментов I и II сорта (табл. 3.1.11).

Таблица 3.1.11

Сортность круглых лесоматериалов с учётом открытой сучковатости стволов в опытных культурах ели

Степень толщины, см	Максимальный диаметр у основания сучка	Сорт
8	2,3	I
10	2,5	I
12	2,6	I
14	2,8	I
16	3,0	I - II
18	3,1	I - II
20	3,3	I - II
22	3,4	I - II
24	3,6	I - II
26	3,7	I - II

Среднее число сучков на 1 п.м. ствола ели составляет 7,0-8,5 шт./п.м. Различия между выборочными средними статистически не доказаны ($t_{\text{факт}} = 1,9$; $t_{0,05} = 2,0$).

Число сучков на единице длины ствола ели тесно коррелирует с таксационным диаметром ствола ($r = 0,710 \pm 0,1$; $t_1 = 6,1$) и увеличивается с повышением толщины дерева.

Считаем, что наиболее информативным показателем, характеризующим сучковатость стволов, является площадь поверхности ствола, занятая сучками на 1 погонном метре.

Этот показатель включает как диаметр сучьев, так и их количество. В рассматриваемых вариантах его значение составило 8,8-10,2 см²/п.м. Изменчивость этого показателя средняя (C=21-26%). Статистическая обработка не позволила выявить достоверных различий между выборочными средними ($t_{\text{факт}} = 1,0$; $t_{0,05} = 2,0$).

Установлена высокая степень взаимосвязи показателя с таксационным диаметром стволов ($r = 0,830 \pm 0,1$; $t_1 = 8,3$). Связь аппроксимируется уравнением вида: $y = -0,101 + 0,625x$ ($S = 1,1$). Выявленная взаимосвязь указывает на закономерное увеличение площади ствола, занятой сучками, при возрастании толщины деревьев.

На основании проведённых исследований открытой сучковатости стволов в опытных культурах ели можно заключить, что формирование сучковатости существенно не зависит от вида посадочного материала и, проведённых на ранних стадиях агротехнических уходов за культурами. При использовании для создания лесных культур 2-летних сеянцев и 4-летних саженцев и проведения агротехнических уходов в виде прополок, рыхлений и подрезки корневой системы возможно получение практически однородного древесного сырья по показателям сучковатости.

Кроме того, также показатели сучковатости стволов, как протяжённость зоны с сухими и живыми сучьями, диаметр сучков, площадь, занимаемая сучками на п.м. ствола, прямо-пропорционально возрастают при увеличении диаметра ствола на высоте груди.

Древесное сырьё в опытных культурах ели по признаку сучковатости соответствует I и II сорту Прираскряжке стволов диаметром до 16 см возможно получение сортиментов I сорта по признаку сучковатости, стволов диаметром 16 см и более – I и II сорта соответственно.

Полученные данные позволяют в общих чертах судить о параметрах сучковатости стволов ели в средневозрастных культурценозах ели. Результаты можно считать отправной точкой в исследованиях сучковатости стволов ели в культурах южной подзоны тайги на территории Вологодской области.

Лесоводственно-таксационные показатели – представляют собой количественные и качественные оценки и параметры биологических и физических особенностей строения и производительности насаждения в пределах занимаемой им территории (происхождение, форма, состав, средняя

высота, средний диаметр, возраст, класс бонитета, тип леса, полнота, запас древесины, класс товарности лесного насаждения, подрост, подлесок, тип леса и др.)

Как указывалось нами ранее, характер распределения и размеры сучков могут определяться возрастом древостоя, богатством условий местопроизрастания и другими лесоводственно-таксационными показателями

Роль основных лесоводственно-таксационных показателей (возраст, полнота, состав, тип леса) в формировании сучковатости древесных стволов культивируемой сосны и ели рассмотрена ниже.

Лесные культуры, созданы посадкой 4-летних саженцев ели в площади размером 1х1 м, подготовленные вручную, исключение составляют 9-летние культуры, где обработка почвы проводилась плугом ПКЛ-70. Густота на момент проведенных исследований в 9-летних культурах составила - 2020, 23-летних - 1280; в 35-летних - 1230; в 53-летних - 1110 шт./га. В напочвенном покрове на участках доминирует кислица обыкновенная. Подрост представлен елью (в среднем 230 шт./га), исключение составляют 9-летние культуры, в которых подрост отсутствует. Уходы в культурах не проводились.

Почва: подзолистая, средне- и легкосуглинистая, влажная, развивающаяся на суглинке, подстилаемом глиной.

Таксационная характеристика исследованных культур представлена в таблице 3.1.12.

Таблица 3.1.12

Средние таксационные показатели исследованных культур ели различного возраста

Состав	Густота шт./га		Сохранность, %	Средние		Бонитет	Полнота		М, м³/га
	первоначальная	в настоящее время		Д, см	Н, м		Р _{абс} м²/га	Р _{отн}	
Фаза индивидуального роста									
10Е	4100	2020	49	1,9	2,1	III	-	0,21	2,5
Фаза жердняка									
10Е	4300	1680	39	10,3	12,0	I ^a	19,80	0,72	92
Фаза формирования стволов									
9Е 1Б	3800	1230	32	14,6 12,4	15,9 15,6	I	18,94 2,31	0,69 0,09	159 21
Итого							21,25	0,78	180
Фаза приспевания									
9Е 1Б	3700	1110	30	16,3 14,1	19,1 16,3	I	19,01 2,42	0,71 0,11	245 18
Итого							21,43	0,82	263

Следует отметить, что исследованные культуры представляют собой древостои I-III класса бонитета. В фазе формирования стволов и приспевания в составе культурценоза присутствует берёза естественного происхождения (до 10%).

В динамике происходит изменение таксационных показателей древостоев, параметрических показателей стволов, что в конечном итоге может отразиться на их сучковатости.

В фазе индивидуального роста культур живая крона занимает весь древесный ствол, процесс естественного очищения стволов ели от сучьев не проявляется (табл. 3.1.13).

Таблица 3.1.13

Средние показатели сучковатости стволов ели в фазе индивидуального роста

Параметр		M±m
Протяжённость различных зон ствола, м/%	без сучков	отсутствует
	с сухими сучкам	отсутствует
	с живыми сучками	$\frac{2,1 \pm 0,1}{100}$
Средний диаметр у основания сучков, см		0,7±0,01
Максимальный диаметр у основания сучков, см		1,4
Количество сучков на 1 п.м. ствола, шт.		13,3±0,4
Площадь поверхности ствола, занятая сучками, см ² /п.м.		5,1±0,5

Регрессионный анализ выявил умеренную прямо-пропорциональную зависимость между длиной кроны и таксационным диаметром ствола ($r = 0,476$). Связь аппроксимируется уравнением прямой.

Средний диаметр у основания сучков составляет 0,7 см. Вариация показателя характеризуется как средняя ($C = 17,0$). Диаметр сучков возрастает при увеличении таксационного диаметра ствола и высоты дерева, однако связь на этом этапе онтогенеза характеризуется как слабая ($r \leq 0,284$).

В исследуемых культурах формируется в среднем 13,3 сучков на 1 п.м. ствола. Этот параметр характеризуется большой изменчивостью ($C = 38,0\%$). Связь таксационного диаметра ствола и числа сучков на 1 п.м. умеренная ($r = -0,530$) и отражает обратно-пропорциональную зависимость между показателями. Напомним, что ранее, для опытных культур в возрасте 50 лет эта связь была прямо-пропорциональной.

Количество сучков постепенно увеличивается с высотой ствола ($r = 0,589$). Связь подчиняется уравнению прямой.

Площадь поверхности ствола, занятая сучками на 1 погонном метре незначительная и составляет в среднем лишь 5,12см².

Следует заключить, что в фазе индивидуального роста культур очищение стволов ели от сучьев не наблюдается - живая крона располагается по всей высоте ствола. На данном этапе онтогенеза проявляется обратно-пропорциональная связь между числом сучков на единице длины ствола и диаметром ствола на высоте 1,3 м, а также прямо-пропорциональная зависимость между числом сучков и высотой ствола.

В фазе жердняка, в отличие от фазы индивидуального роста, у ели начинает проявляться процесс очищения стволов от сучьев (табл. 3.1.14). Можно наблюдать наличие трёх чётко выраженных зон ствола: бессучковой, с сухими и живыми сучками.

Таблица 3.1.14

Средние показатели сучковатости стволов ели в фазе жердняка

Параметр		М±m
Протяжённость различных зон ствола, м/%	без сучков	$0,1 \pm 0,01$ 0,9
	с сухими сучкам	$4,9 \pm 0,9$ 41,9
	с живыми сучками	$6,7 \pm 0,9$ 57,3
Средний диаметр у основания сучков, см		$1,0 \pm 0,01$
Максимальный диаметр у основания сучков, см		2,4
Количество сучков на 1 п.м. ствола, шт.		$11,0 \pm 0,6$
Площадь поверхности ствола, занятая сучками, см ² /п.м.		$8,6 \pm 0,6$

Протяжённость зоны ствола, очищенной от сучьев, составляет 0,1 м, или 0,9% от средней высоты деревьев. Изменчивость признака характеризуется как большая ($C = 33,0\%$).

Регрессионный анализ выявил лишь слабую связь между протяжённостью бессучковой зоны и таксационным диаметром ствола ($r = 0,017$), а также с высотой ствола ($r = 0,011$).

Зона ствола с сухими сучками в этой фазе занимает значительную часть ствола (41,9%). Показатель существенно варьирует, коэффициент изменчивости достигает 51%. Этот факт является свидетельством того, что не у всех стволов одинаково протекают процессы самоизреживания кроны.

Выявлена умеренная зависимость между протяжённостью зоны с сухими сучками и таксационным диаметром ствола ($r = 0,311$), а также высотой ствола ($r = 0,372$). Связь выражается уравнением прямой.

Живая крона занимает в среднем 6,7 м (57,3%) высоты ствола. Вариация признака большая ($C = 54,0\%$).

Связь между длиной живой кроны и таксационным диаметром ствола характеризуется как умеренная прямо-пропорциональная ($r = 0,457$). Аналогичная связь выявлена с высотой ствола ($r = 0,411$).

Средний диаметр у основания сучков в этой фазе несколько увеличивается составляет 1,0 см. При этом существенно возросла вариация признака в сравнении с культурами в фазе индивидуального роста (с 17,0 до 34,3 %). Наметилась тенденция увеличения диаметра у основания сучков при увеличении таксационного диаметра ствола. Результаты регрессионного анализа позволили выявить умеренную прямо-пропорциональную зависимость между этими показателями ($r = 0,370$).

Корреляционное отношение между средним диаметром у основания сучков и высотой ствола, составляя 0,350, характеризует умеренную тесноту связи. Диаметр сучка постепенно увеличивается по высоте ствола, ближе к вершине, а наблюдается снижение показателя.

Отметим, что на обследованиях модельных деревьях не выявлено наличие табачных сучков на стволах ели, что позволяет не учитывать этот показатель при последующем анализе и значительно упрощает определение сортности хвойных лесоматериалов по ГОСТ 9463-88. Диаметр самых крупных здоровых сучков не превышает 2,4 см. Этот факт позволяет считать сформировавшееся древесное сырьё первосортным по признаку сучковатости.

Выявлена умеренная прямо пропорциональная взаимосвязь между максимальным диаметром сучка и таксационным диаметром ствола ($r = 0,392$). Аналогичная связь выявлена с высотой ствола ($r = 0,302$).

Число сучков на 1 п.м. ствола на данной стадии онтогенеза несколько меньше чем в фазе индивидуального роста (11,0 против 13,3 шт). При этом коэффициент вариации признака значительно уменьшился (с 38,0 до 28,0%).

Связь таксационного диаметра ствола и среднего количества сучков на 1 п.м. в фазе жердняка проявляется достаточно слабо ($r = -0,210$).

Коэффициент корреляции между количеством сучков и высотой ствола составляет ($r = -0,231$), что указывает на слабую тесноту связи.

Площадь поверхности ствола, занятая сучками на 1 погонном метре составляет 8,6 см². В сравнении с фазой индивидуального роста этот показатель возрос на 3,5 см².

Подводя итог выше сказанному, следует заметить, что в фазе жердняка культур начинает проявляться процесс очищения стволов от сучьев. Сформировавшееся древесное сырьё, применение которого возможно в качестве балансов, относиться к I сорту по признаку сучковатости.

В фазе формирования стволов ели, также как в фазе жердняка, выделяются три зоны ствола (табл. 3.1.15).

Стволы ели также как и в фазе жердняка очищены от сучьев на высоту 0,1 м. Однако относительное значение показателя в данном случае несколько снизилось (с 0,9 до 0,7%).

Таблица 3.1.15

Параметры сучковатости древесных стволов в культурах ели в фазе формирования стволов

Параметр		M±m
Протяжённость различных зон ствола, м/%	без сучков	$0,1 \pm 0,02$ 0,7
	с сухими сучкам	$5,6 \pm 0,4$ 38,4
	с живыми сучками	$8,8 \pm 0,9$ 60,7
Средний диаметр у основания сучков, см		$1,1 \pm 0,01$
Максимальный диаметр у основания сучков, см		3,0
Количество сучков на п.м. ствола, шт		$10,3 \pm 0,5$
Площадь поверхности ствола, занятая сучками, см ² /п.м.		$9,0 \pm 0,6$

Зона ствола с сухими сучками занимает в среднем 38,4 % (5,6 м) от всей высоты ствола. Наблюдается существенное снижение в сравнении с фазой жердняка изменчивости признака (с 51 до 30,0%), что свидетельствует об относительном выравнивании показателя в культурах на данной стадии онтогенеза.

Выявлена прямо-пропорциональная умеренная зависимость между протяжённостью зоны с сухими сучками и таксационным диаметром ствола ($r = 0,357$), а также с высотой ствола ($r = 0,368$). Взаимосвязь выражается уравнением прямой.

Живая крона простирается по стволу в среднем на 60,7% (8,8 м). Вариация признака большая ($C = 50,0\%$), что на 4% ниже, чем в фазе жердняка.

Между длиной зоны с живыми сучками и таксационным диаметром ствола выявлена прямо-пропорциональная умеренная связь ($r = 0,402$). Аналогичная связь отмечена и с высотой ствола ($r = 0,323$). Следует отметить, что такие взаимосвязи между показателями отмечались нами ранее для фазы индивидуального роста и жердняка.

Средний диаметр у основания сучков составляет 1,1 см. Диаметр сучков постепенно возрастает с увеличением таксационного диаметра ствола. На данном этапе онтогенеза насаждений связь между показателями проявляется более отчётливо. Она характеризуется как высокая и аппроксимируется уравнением прямой ($r = 0,844 \pm 0,06$; $t_1 = 12,6$).

Полученные результаты свидетельствуют о том, что у доминирующих по толщине стволов формируются более крупные сучки.

Коэффициент корреляции между диаметром сучков и высотой ствола характеризуется высокой теснотой связи ($r=0,839\pm0,08$; $t=10,4$), что также свидетельствует о более чётко выраженной зависимости показателей в данной фазе онтогенеза.

Кроме того, на данном этапе проявилась высокая взаимосвязь протяжённости живой кроны и диаметра сучков ($r = 0,878\pm0,03$; $t_1 = 29,3$), что не было характерным для ранее рассмотренных фаз.

При детальном обследовании древесных стволов также не выявлено признаков гнили в сучках, что позволяет рассматривать их как здоровые.

Максимальный диаметр сучка составляет 3,0 см, что позволяет исследуемые древесные стволы отнести к 1 сорту по признаку сучковатости (согласно ГОСТ 9463-88)⁹⁵. Выявлена высокая прямо-пропорциональная взаимосвязь ($r = 0,740\pm0,04$; $t_1 = 18,5$) между максимальным диаметром сучков и таксационным диаметром ствола, аппроксимируемая уравнением прямой.

На стволах ели формируется в среднем 10,3 шт. сучков на 1 п.м. Также как и в предыдущих случаях выявлена зависимость между числом сучков и таксационным диаметром ствола. Однако, это проявляется более отчётливо ($r = 0,562$). С высотой число сучков возрастает положительно, коэффициент корреляции составил лишь 0,170.

Площадь поверхности ствола, занятая сучками на I погонном метре равна 9,0 см². Взаимосвязь этого показателя с таксационным диаметром дерева умеренная прямо-пропорциональная ($r = 0,460$). Аналогичная зависимость наблюдается с высотой ствола ($r = 0,332$).

Подводя итог выше сказанному, следует заметить, что в фазе формирования стволов культур процесс очищения стволов от сучьев происходит несколько интенсивнее. Сформировавшееся древесное сырьё, применение которого возможно в качестве балансов, относиться к I сорту по признаку сучковатости.

При переходе от фазы формирования стволов к фазе приспевания протяжённость бессучковой зоны остаётся неизменной и составляет 0,7% (0,1 м), (табл. 3.1.16). При этом, продолжает снижаться вариация признака (с 36 до 28%). Зона ствола с сухими сучками составляет 31,6% высоты ствола. Также проявляет меньшую вариабельность ($C = 23,0$).

⁹⁵ГОСТ 9463–88. Лесоматериалы круглые хвойных пород [Текст]. М.: Изд-во стандартов, 1988. 13 с.

Таблица 3.1.16

Параметры сучковатости древесных стволов ели в фазе приспевания

Параметр		M±m
Протяжённость различных зон ствола, м/%	без сучков	$0,1 \pm 0,03$ 0,7
	с сухими сучкам	$6,0 \pm 0,4$ 31,6
	с живыми сучками	$12,9 \pm 0,7$ 67,9
Средний диаметр у основания сучков, см		$1,2 \pm 0,01$
Максимальный диаметр у основания сучков, см		3,4
Количество сучков на п.м. ствола, шт		$8,9 \pm 0,5$
Площадь поверхности ствола, занятая сучками, см ² /п.м.		$9,6 \pm 0,6$

Живая крона, в свою очередь, имея среднюю изменчивость ($C=20\%$), простирается по стволу дерева на 12,9 м (67,9%).

На этой фазе онтогенеза протяжённость зоны с сухими сучками ещё более тесно коррелирует с протяжённостью живой кроны ($r = 0,918 \pm 0,1$; $t_1 = 9,2$). С активным образованием новых живых ветвей на вершине ствола происходит интенсивное отмирание их в нижней части кроны.

Средний диаметр у основания сучков в этой фазе увеличился до 1,2 см. Показатель также как и в предыдущих случаях возрастает при увеличении таксационного диаметра ствола, но связь проявляется более отчётливо ($r = 0,821 \pm 0,04$; $t_1 = 20,5$).

Кроме того, выявлена более высокая теснота связи между диаметром сучков и высотой ствола ($r = 0,830 \pm 0,071$; $t_1 = 11,7$), аппроксимируемая уравнением: $y = 0,637 + 0,060x$.

Сучков с наличием гнили на данной стадии онтогенеза также не выявлено. Диаметр самых крупных здоровых сучков составляет 3,4 см. В соответствии с ГОСТ 9463-88 полученные балансы и пиловочник можно отнести к I-II сорту по сучковатости.

На данном этапе онтогенеза на 1 п.м. ствола ели формируется в среднем 8,8 шт. сучков, при этом явно проявляется тенденция к уменьшению их. Число сучков с таксационным диаметром ствола и его высотой коррелирует слабо ($r = 0,020 - 0,229$).

Площадь поверхности ствола, занятая сучками на 1 погонном метре увеличивается с относительно других фаз и составляет в среднем 9,5 см². Регрессионный анализ позволил выявить значительную степень связи этого показателя с таксационным диаметром ствола и его высотой ($r = 0,520 - 0,579$). В этой фазе между показателями связь проявляется более чётко.

Подводя итог выше сказанному, следует заметить, что в фазе приспелости процесс очищения стволов от сучьев происходит интенсивнее чем в ранее рассматриваемых фазах культур. Сформировавшееся древесное сырьё, применение которого возможно в качестве балансов, относиться к I - II сорту по признаку сучковатости.

Кроме выше рассмотренных культур, нами исследована сучковатость стволов ели в фазе распада. Объектом явились одни из старейших, сохранившихся до наших дней, культуры ели, именуемые в литературе как «Юношеские». Уникальность объекта не позволила нам осуществить отбор модельных деревьев и исследовать все показатели сучковатости. В связи с этим далее анализируются лишь показатели сучковатости, измеренные у растущих деревьев.

Исследованные культуры были заложены в 1862 году в 15 км к югу от г. Грязовца служителями Павлово-Обнорского монастыря (табл. 3.1.17).

Таблица 3.1.17

Средние таксационные показатели Юношеских культур ели

Состав	Густота шт./га		Сохранность, %	Средние		А, лет	Бонитет	Полнота		М, м³/га
	Первоначальная	В настоящее время		Д, см	Н, м			Р _{абс.} м²/га	Р _{отн}	
8Е	750	470	63	39,9	30,8	146	I	19,27	0,51	280
Ос				36,5	32,1			4,07	0,10	58
Б				26,5	29,6			0,34	0,01	5
Олс				22	22,3			0,41	0,01	3
Итого								24,0	0,63	346

Посадки ели создавались с чисто декоративными целями. По результатам наших исследований в 146-летнем возрасте культуры имеют запас древесины 346 м³/га, что подтверждает историческую и культурную ценность объекта.

В фазе распада сформировалось смешанное насаждение с преобладанием в составе культивируемой ели.

Не смотря на значительный возраст культур в данной фазе развития древостоев наблюдается слабая очищаемость стволов от сучьев (табл. 3.1.18). Этот показатель составил лишь 0,3 м или 1% высоты ствола.

Таблица 3.1.18

Показатели сучковатости древесных стволов в культурах ели

Параметр		M±m
Протяжённость различных зон ствола, м/%	без сучков	$0,3 \pm 0,03$ 1
	с сухими сучкам	$7,5 \pm 1,3$ 24,4
	с живыми сучками	$23,0 \pm 1,7$ 74,6

Протяжённость зоны ствола с сухими сучками увеличивается с возрастом и составила 24,4% от средней высоты дерева. Проявляется тенденция к возрастанию при увеличении таксационного диаметра ствола, но выявленная зависимость может быть охарактеризована как слабая ($r = 0,087$). Получена отрицательная корреляция таксационного диаметра ствола с протяжённостью зоны с сухими сучками ($r = -0,513$).

К настоящему времени формировалась очень протяженная живая крона, она достигает – 74,6 % от высоты древесного ствола.

Взаимосвязь диаметра на высоте груди ствола с протяженностью живой кроны прямо-пропорциональная ($r = 0,505$). Взаимосвязь высоты дерева с протяжённостью зоны ствола без сучков слабая ($r = 0,070$).

ОСНОВНЫЕ ВЫВОДЫ

На основании проведённых исследований сформулированы следующие основные выводы.

1. Параметры сучковатости изменяются под влиянием климатических, лесоводственно-таксационных показателей древостоя и антропогенных воздействий.

2. Использование, как 2-летних сеянцев, так и 4-летних саженцев ели для создания лесных культур, а также проведение агротехнических уходов в виде окашивания, рыхления почвы, подрезки корневой системы в первые годы выращивания не оказывают существенного влияния на формирование сучковатости стволов ели.

3. В фазе индивидуального роста культур не наблюдается формирование бессучковой зоны на стволах ели. При переходе от фазы жердняка к фазе формирования стволов и приспевания проявляется некоторое уменьшение относительной протяжённости бессучковой зоны (с 0,9 до 0,7%) при постоянстве абсолютных значений. С возрастом уменьшается число сучков на 1 п.м. ствола (с 13,3 до 8,9 шт.) при увеличении их диаметра (с 0,7 до 1,2 см) и площади поверхности ствола, занятой сучками (с 5,1 до 9,6 см²). В фазе жердняка и формирования стволов возможно получение лесоматериалов I сорта, в фазе приспевания – I и II сорта по признаку сучковатости.

4. Полученные в ходе исследований результаты могут быть использованы при разработке программ целевого выращивания древесины с наименьшей сучковатостью.

Глава 3.2. Влияние преобразования обширных территорий на окружающую природную среду на примере гидротехнического строительства

3.2.1. Ущерб окружающей природной среде и защита земель при создании водохранилищ комплексного назначения

Вклад гидроэнергетики в общемировое использование энергии невелик, но в ряде стран мира гидроэнергетика находится на ведущем месте, так в Канаде и Швеции на её долю приходится более 50% производства энергии. В России вклад гидроэнергетики в производство энергии составляет всего 20% ⁹⁶, так что есть огромные перспективы гидротехнического и гидроэнергетического освоения территории.

Некоторые крупнейшие и крупные водохранилища России и их основные характеристики, такие как объём, площадь, максимальная глубина и длина, приведены в таблице 3.2.1 ⁹⁷.

Таблица 3.2.1
Крупнейшие, очень крупные и крупные водохранилища России

Категория	Название	Объём, км ³	Площадь, км ²	Длина, км
Крупнейшие	Братское	169,7	5467	1020
	Красноярское	73,3	2000	388
	Зейское	68,4	2119	225
	Усть-Илимское	58,9	1922	290
	Куйбышевское	57,3	5900	510
Очень крупные	Вилуйское	35,9	2176	460
	Волгоградское	31,4	3117	524
	Саяно-Шушенское	31,3	621	320
	Рыбинское	25,4	4550	112
	Цимлянское	23,9	2700	180
	Хантайское	23,7	2120	100
	Саратовское	12,9	1831	336
	Камское	12,2	1915	300
	Верхнетуломское	11,5	745	120
	Имандровское	11,2	876	120
	Курейское	10,0	558	160
Крупные	Воткинское	9,4	1120	365
	Горьковское	8,8	1590	430
	Новосибирское	8,8	1070	185
	Шекнинское	6,5	1670	167

⁹⁶ Бучаева С. А. Анализ экономического потенциала ГЭС России и Южного федерального округа // Управление экономическими системами: электронный научный журнал. 2014. № 4

⁹⁷ Эдельштейн К. К. Водохранилища России: экологические проблемы, пути их решения. М.: ГЕОС, 1998. 278 с.

В процессе эксплуатации водохранилища одноцелевого назначения нередко превращаются в комплексные. Это обусловлено расширением ареала хозяйственной деятельности, возникновением или увеличением дефицита водных ресурсов. Под комплексным гидроузлом следует понимать совокупность гидротехнических сооружений, предназначенных для планомерного удовлетворения запросов всех участников водохозяйственного комплекса.

Для решения чисто транспортных задач на реках и судоходных каналах возводят гидроузлы небольшого напора с судоходными сооружениями. При строительстве же комплексных гидроузлов напор значительно повышается⁹⁸. Примером каскада водохранилищ, построенным для целей судоходства, может служить Волго-Балтийский водный путь⁹⁹ (рисунок 3.2.1).

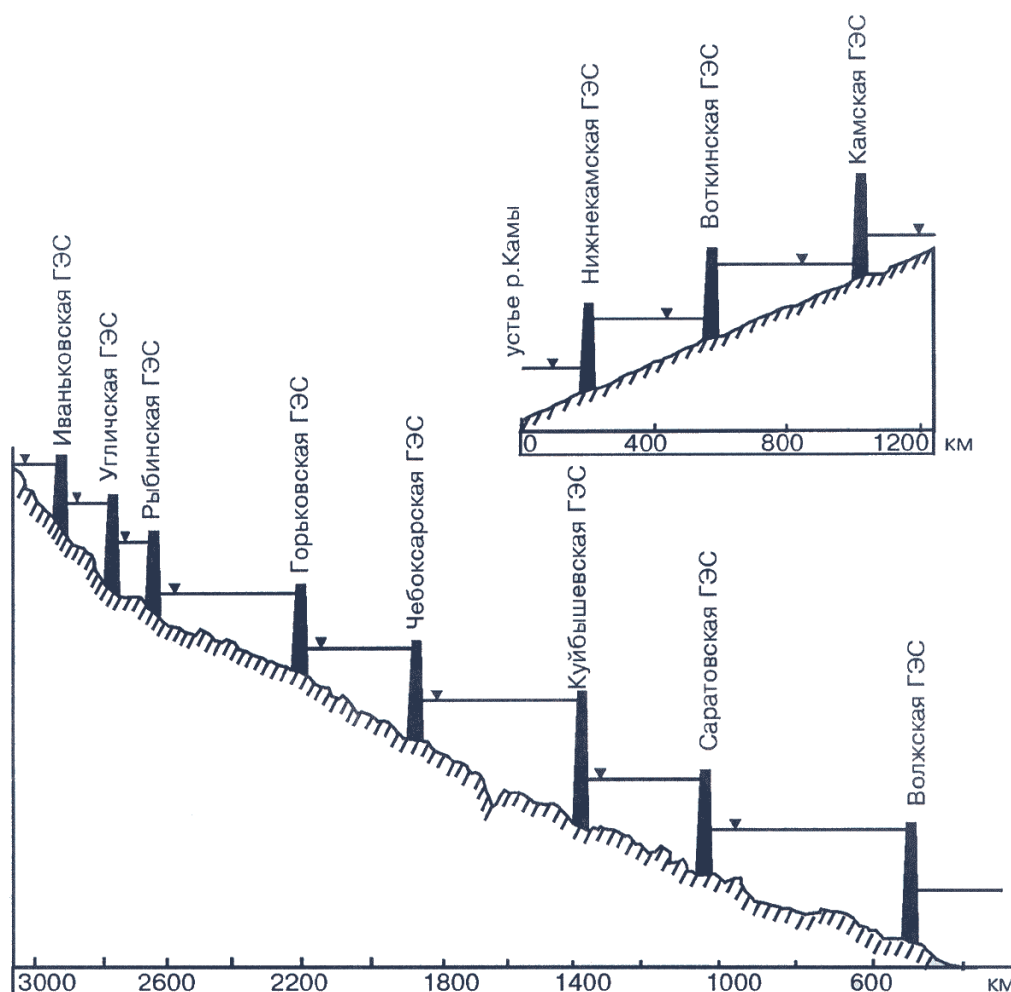


Рисунок 3.2.1. Каскад водохранилищ

⁹⁸ Шашков З. А. Внутренний водный транспорт (общий курс). М.: Транспорт, 1974. 264 с.

⁹⁹ Авакян А. Б. Что делать с волжскими водохранилищами? // Природа. 1999. № 2. с. 45–58

Водохранилища создаются для разных целей. Противопаводочное водохранилище предназначено в основном или только для охраны нижерасположенной территории от затопления. Резервное водохранилище является резервным источником водоснабжения в случае перебоев подачи воды из источника регулярного водоснабжения. Наносозадерживающее водохранилище служит для задержания твердого стока водотока. Водохранилище для водоснабжения населения предназначено для обеспечения потребителей питьевой и хозяйственной водой. Водохранилище для задержания сточных вод служит для задержания загрязняющих или сточных вод.

В общем, структура водопользователей водохранилища комплексного назначения может быть представлена в виде схемы (рисунок 3.2.2).

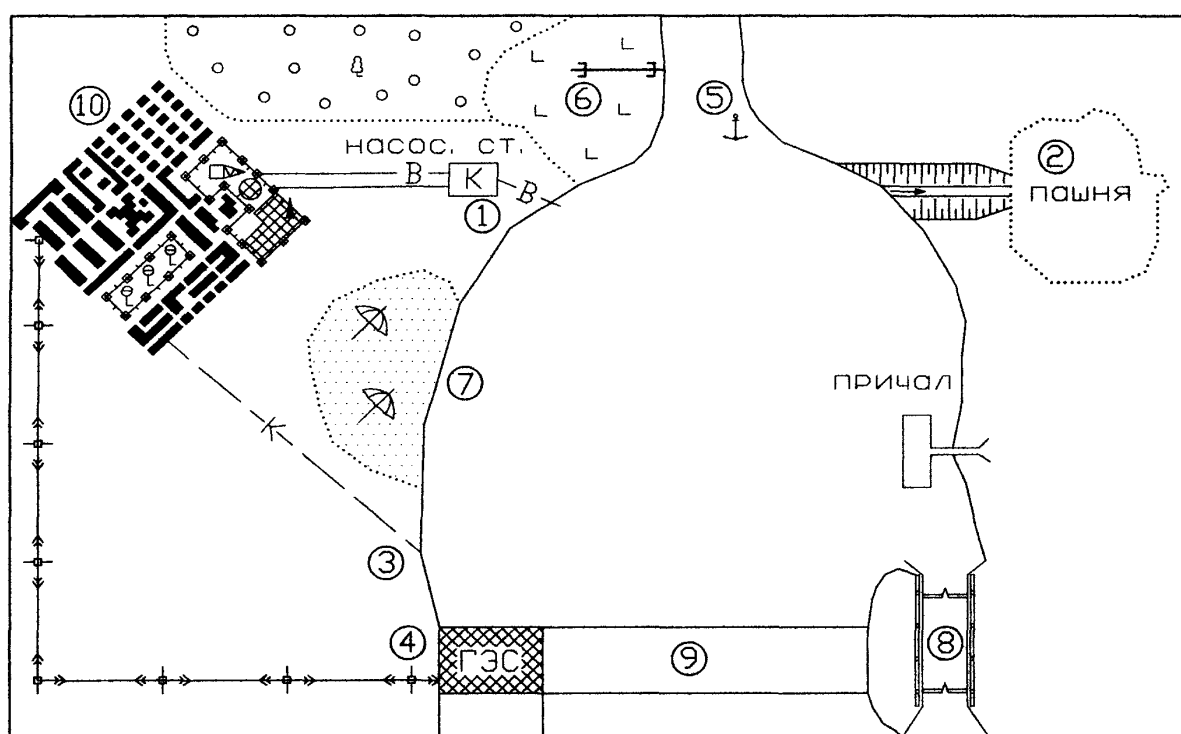


Рисунок 3.2.2. Структура водопользователей водохранилища комплексного назначения

На рисунке цифрами показаны: 1 – водозабор для целей питьевого и хозяйственно-бытового водоснабжения; 2 – орошаемые водами водохранилища сельскохозяйственные угодья; 3 – место сброса сточных и (или) дренажных вод; 4 – гидроэлектростанция, производящая электроэнергию и линии электропередач, доставляющие её потребителям; 5 – остановочный пункт судов без оборудования причалов; 6 – лотки для спуска древесины; 7 – часть водохранилища вблизи пляжа, используемая для рекреации; 8 – причал; 9 – водоток; 10 – населенный пункт.

судоходный шлюз; 9 – плотина; 10 – населённый пункт (водопотребитель и потребитель электроэнергии). Объекты на схеме обозначены с использованием условных знаков, применяемых для отображения таких объектов на топографических планах ¹⁰⁰.

Большинство крупных, средних и многие небольшие водохранилища используются одновременно в нескольких целях, комплексно, причем со временем количество видов использования каждого водохранилища, как правило, увеличивается. Уже к 1982 году на территории СССР существовало более 20 водохранилищ комплексного назначения ¹⁰¹ (таблица 3.2.2). Кроме того, вопрос гидроэнергетического строительства актуален и в настоящее время, так как согласно программе перспективного развития энергетики России ожидается рост потребления электроэнергии и строительство гидроэнергетических объектов, а, следовательно, и создание связанных с ними водохранилищ. Так же в ряде регионов, особенно на Дальнем Востоке, есть потребность в крупных противопаводковых водохранилищах с большими площадями затопления земель и необходимостью инженерной защиты территорий от затопления ^{102 103}.

О комплексном использовании водохранилищ и предъявляемых к ним требованиях каждого их водопользователей уделено достаточно внимания многими авторами ^{104, 105, 106}.

Даже на водохранилищах строго одноцелевого назначения зачастую появляются дополнительные виды использования, не наносящие вреда их главному назначению, например, парусный спорт, рыбная ловля и другие. Эксплуатация их водных ресурсов проще по сравнению с многоцелевыми водохранилищами, поскольку на выполнение главной задачи не влияют другие отрасли хозяйства.

¹⁰⁰ Условные знаки для топографических планов 1:5000, 1:2000, 1:1000, 1:500: утв. ГУГК при Совете Министров СССР 25 ноября 1986 г. М.: ФГУП «Картгеоцентр», 2004. 286 с.

¹⁰¹ Непорожний П. С., Обрезков В. И. Введение в специальность. Гидроэнергетика: учеб. пособие для вузов. М.: Энергоиздат, 1982. 304 с.

¹⁰² Махинов А. Н., Ким В. И., Воронов Б. А. Наводнение в бассейне Амура 2013 года: причины и последствия // Вестник Дальневосточного отделения Российской академии наук. 2014. № 2 (174). С. 5-14

¹⁰³ Тесаловский А. А. Методика кадастровой оценки земель, резервируемых в целях строительства водохранилищ комплексного назначения. Дисс. ... канд. техн. наук: 25.00.26. МИИГАиК. СПб, 2014.

¹⁰⁴ Арефьев Н. В., Хрисанов Н. И. Экологическое обоснование гидроэнергетического строительства: Учебное пособие. Л.: Издательство С.-Петербургского университета, 1992. 168 с.

¹⁰⁵ Васильев Ю. С., Хрисанов Н. И. Экология использования возобновляющихся энергоисточников. Л.: Изд-во Ленингр. ун-та, 1991. 343 с.

¹⁰⁶ Зарубаев Н.В. Комплексное использование и охрана водных ресурсов. Учебное пособие для вузов. Л.: Стройиздат, Ленингр. отд-ние, 1976. 224 с.

Таблица 3.2.2

Водохранилища комплексного назначения

Водохранилище	Водопользователи							
	Энергетика	Ирригация	Водный транспорт	Лесосплав	Водо-снабжение	Рыбное хозяйство	Борьба с наводнениями	Рекреация
Цимлянское	+	+	+	+	+	+	+	+
Иваньковское	+		+		+	+		+
Угличское	+		+	+	+	+		+
Рыбинское	+		+	+	+	+	+	+
Горьковское	+		+	+	+	+		+
Куйбышевское	+	+	+	+	+	+	+	+
Саратовское	+	+	+	+	+	+		+
Волгоградское	+	+	+	+	+	+		+
Камское	+		+	+	+	+	+	+
Воткинское	+		+	+	+	+		+
Киевское	+		+		+	+	+	+
Каневское	+		+		+	+		+
Кременчугское	+	+	+		+	+		+
Днепродзержинское	+	+	+		+	+		+
Днепровское	+	+	+		+	+		+
Каховское	+	+	+		+	+		+
Мингечаурское	+	+	+		+	+	+	+
Братское	+		+	+	+	+		+
Усть-Илимское	+		+	+	+	+		+
Красноярское	+		+	+	+	+	+	+
Зейское	+		+	+	+	+	+	+
Бухтарминское	+	+	+		+	+	+	+
Токтогульское	+	+				+	+	+
Чарвакское	+	+				+	+	+
Нурейское	+	+	+		+	+	+	+

Иное положение возникает при комплексном использовании водохранилищ, поскольку на их водные ресурсы и акваторию претендует одновременно несколько потребителей с разнообразными, а нередко и противоречивыми требованиями к параметрам, подготовке ложа, режиму эксплуатации, качеству воды. При размещении водохранилища в каскаде сложности наиболее полного удовлетворения интересов каждой отрасли хозяйства еще более увеличиваются.

Естественно, что, чем больше используется водохранилище различными отраслями хозяйства, тем труднее согласование их многообразных интересов. Сложность использования комплексных водохранилищ обусловливается в первую очередь межотраслевыми противоречиями или несовпадением в требованиях к режиму их эксплуатации.

Работы по проектированию гидроэлектростанции можно представить в виде схемы (рисунок 3.2.3).

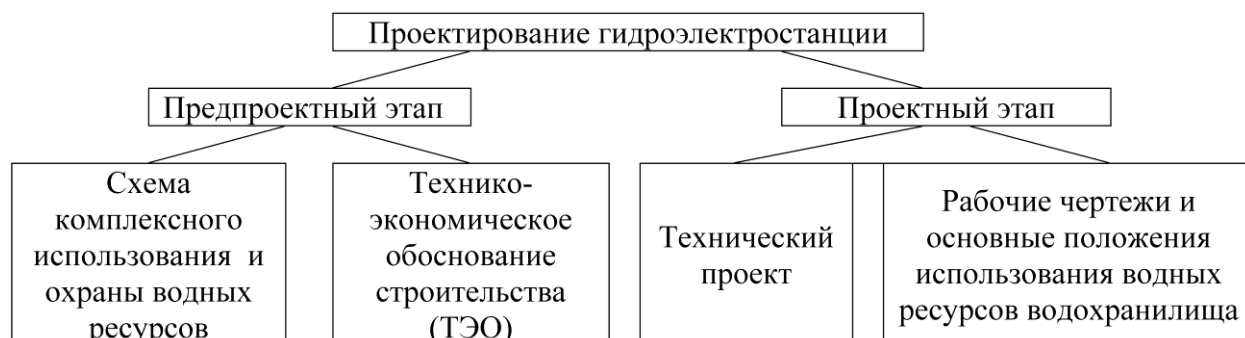


Рисунок 3.2.3. Схема проектирования строительства гидроэлектростанции

Двухстадийность предпроектного этапа является отличительной особенностью проектирования гидроэлектростанций.

Схемы комплексного использования и охраны водных объектов включают в себя систематизированные материалы о состоянии водных объектов и об их использовании и являются основой осуществления водохозяйственных мероприятий и мероприятий по охране водных объектов, расположенных в границах речных бассейнов. Они разрабатываются в определённых перечисленных ниже целях ¹⁰⁷:

- определения допустимой антропогенной нагрузки на водные объекты;
- определения потребностей в водных ресурсах в перспективе;
- обеспечения охраны водных объектов;
- определения основных направлений деятельности по предотвращению негативного воздействия вод.

Решение о проектировании и строительстве крупных гидроузлов принимаются на основании технико-экономического обоснования ^{108, 109}.

Первым этапом, как правило, является выбор створа. При этом проводятся топографические геодезические работы, геологические изыскания по ряду предварительно намеченных створов. По ним проводится эскизное проектирование, после чего осуществляется выбор створа на основе технико-экономических сопоставлений.

При разработке рабочих чертежей выполняются необходимые изыскательские, научно-исследовательские, экспериментальные и опытные

¹⁰⁷ Обрезков В. И., Малинин Н. К., Кароль Л. А. Гидроэнергетика: учебник для студентов высших учебных заведений: под ред. В.И. Обрезкова. М.: Энергоиздат, 1981. 608 с.

¹⁰⁸ Васильев Ю. С., Хрисанов Н. И. Экология использования возобновляющихся энергоисточников. Л.: Изд-во Ленингр. ун-та, 1991. 343 с.

¹⁰⁹ Обрезков В. И., Малинин Н. К., Кароль Л. А. Гидроэнергетика: учебник для студентов высших учебных заведений: под ред. В.И. Обрезкова. М.: Энергоиздат, 1981. 608 с.

работы, предусмотренные в проекте, производятся уточнение и детализация принятых техническим проектом решений в той степени, в которой это необходимо для производства строительно-монтажных работ. К моменту завершения строительства составляются исполнительные чертежи всех сооружений в том виде, в каком эти сооружения были фактически построены.

По технически несложным гидротехническим объектам проекты разрабатываются в одну стадию – технический проект. В отдельных случаях при разработке технического проекта дополнительно рассматриваются и уточняются вопросы, решённые в технико-экономическом обосновании. Кроме того, при разработке технических проектов рассматривается целесообразность ввода в эксплуатацию гидротехнических объектов в процессе строительства при незаконченных основных сооружениях.

Создание крупных водохранилищ, кроме всего прочего, значительно изменяет традиционный ландшафт, который может отличаться от существующего как в лучшую, так и в худшую сторону. Возводя гидроузел со всеми сооружениями (плотина, ГЭС, шлюз, предприятия и сооружения на берегах) следует предусмотреть, чтобы он наиболее рационально и гармонично вписывался в ландшафт, удовлетворяя принципу природно-антропогенной совместимости. Такое сочетание гидроузла с окружающей средой может быть достигнуто и его контрастностью с ландшафтом. Для сохранения ландшафта снятый верхний слой почвы нужно в дальнейшем использовать для планировки, временные дороги после строительства рекультивировать, чтобы на их месте появилась растительность. Временный посёлок строителей своим расположением и внешним видом должен гармонично вписываться в окружающую среду. Серьезное внимание необходимо обращать на содержание откосов водохранилища, поскольку в результате колебаний уровня воды они приобретают неприглядный вид и портят ландшафт ¹¹⁰.

Кроме затопления земель при создании водохранилищ на прилегающие ландшафты влияет и подтопление. Процесс подтопления земель развивается в результате подъёма уровня грунтовых вод. При наполнении водохранилища происходит процесс фильтрации воды в его берега, дно и в обход плотины. Подтопление земель – процесс комплексный, включающий изменение гидрогеологических условий, водно-физических свойств грунтов и почв, ботанических характеристик территории. В результате может возникнуть деградация земель и невозможность их дальнейшего использования по целевому назначению, причём для каждого вида целевого назначения

¹¹⁰ Арефьев Н. В., Хрисанов Н. И. Экологическое обоснование гидроэнергетического строительства: Учебное пособие. Л.: Издательство С.-Петербургского университета, 1992. 168 с.

существует своя допустимая норма – наивысшее положение уровня грунтовых вод, при котором ещё не происходит необратимых изменений угодий и пагубных воздействий на постройки. Схема зоны затопления и подтопления, а также ландшафтов, на которые оказывается влияние, приведены на рисунке 3.2.4.

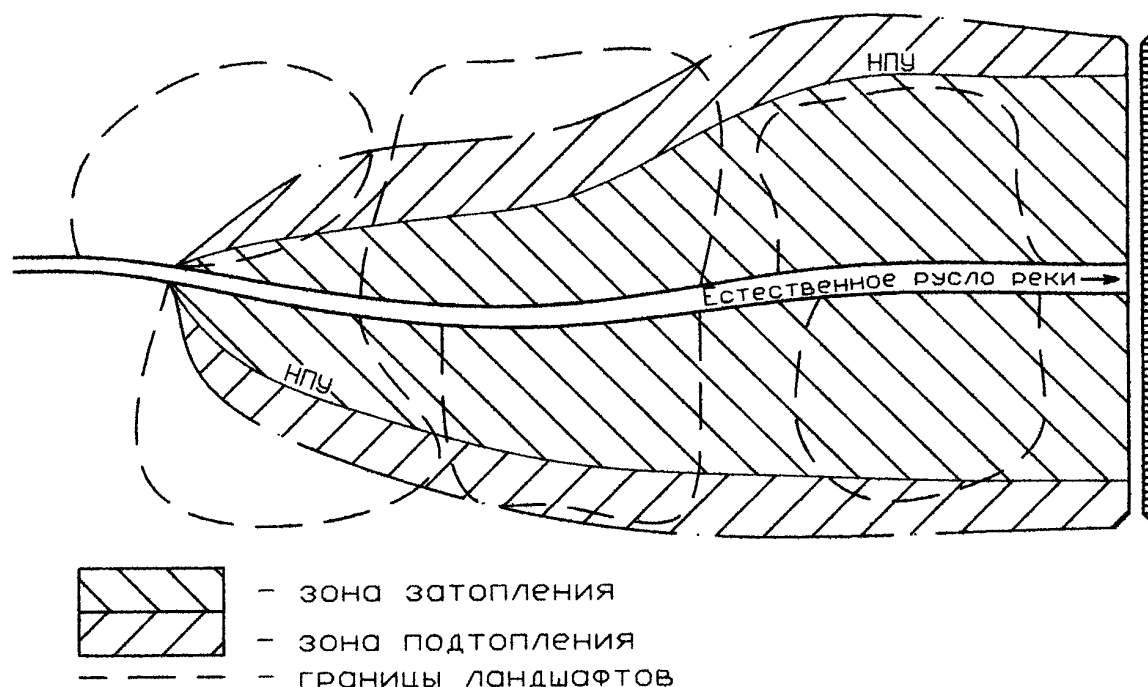


Рисунок 3.2.4. Схема затопления и подтопления прилегающих к водохранилищу ландшафтов

Основные виды экологических воздействий на окружающую природную среду, ущербы по которым определяются при строительстве гидроэлектростанций^{111, 112}, приведены на рисунке 3.2.5.

¹¹¹ Арефьев Н. В., Хрисанов Н. И. Экологическое обоснование гидроэнергетического строительства: Учебное пособие. Л: Издательство С.-Петербургского университета, 1992. 168 с.

¹¹² Васильев Ю. С., Хрисанов Н. И. Экология использования возобновляющихся энергоисточников. Л: Изд-во Ленингр. ун-та, 1991. 343 с.

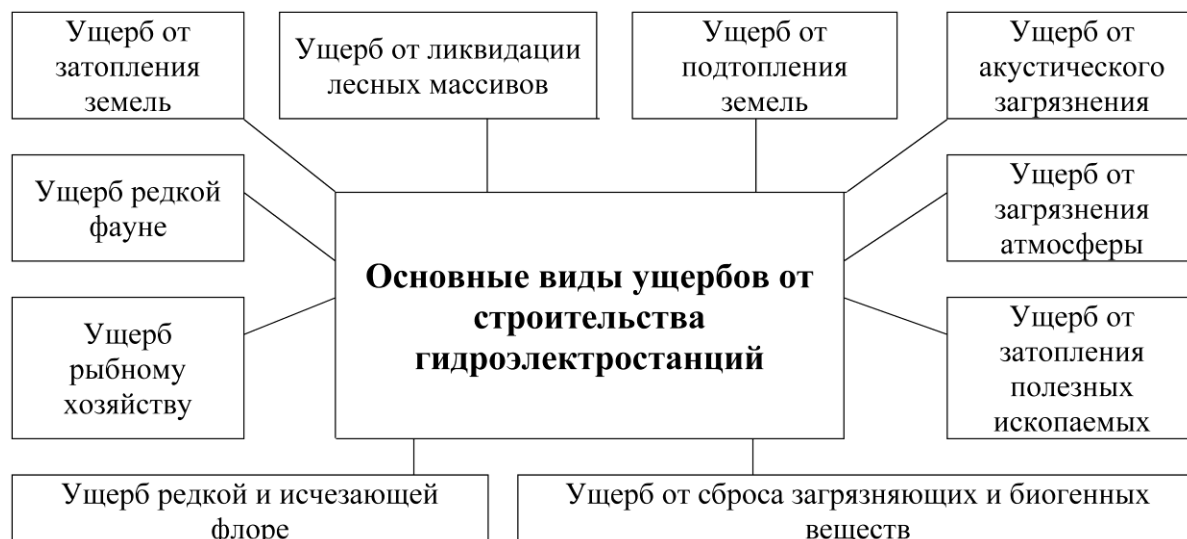


Рисунок 3.2.5. Основные виды воздействий на окружающую среду

Ущерб от затопления земель оценивается, как стоимость всех изымаемых земельных участков. В случае компенсации изымаемых земель некультивированными и мелиорируемыми участками бросовых и целинных неиспользуемых земель равновеликой площади с тем же уровнем плодородия и продуктивности, что и изымаемые земли, ущерб сельскохозяйственному землепользованию равен нулю.

Ущерб, наносимый лесным угодьям, может рассматриваться со следующих позиций:

- ущерб от затопления леса, как разовая потеря деловой древесины в период затопления;
- ликвидация репродуктивной способности леса по лесной растительности на длительный период;
- по кислороду на длительный период;
- ликвидация рекреационно-оздоровительной и эстетической функции леса.

При отклонении уровня грунтовых вод от нормы при подтоплении земель происходит снижение прироста и урожайности отдельных культур, отмирание их, замена одних культур другими.

Транспортировка материалов по дорогам, подрывные работы, дробление материалов, бурение скалы и бетона и другие процессы при возведении плотин и других сооружений гидроузлов являются источниками активными источниками акустического загрязнения, превышающего в отдельных случаях на значительном расстоянии от источников 100 Дб ¹¹³. Влияние

¹¹³ Арефьев Н. В., Хрисанов Н. И. Экологическое обоснование гидроэнергетического строительства: Учебное пособие. Л: Издательство С.-Петербургского университета, 1992. 168 с.

акустических воздействий на животный мир в районе строительства и гидрофауну водотока остаётся ещё недостаточно исследованным.

Самым негативным фактором, влияющим на фауну, является быстрое затопление территории при заполнении водохранилища, не позволяющее многим видам относительно медленно передвигающихся животных спастись бегством на более высокие места.

Нормативы, касающиеся устранения загрязнения воздуха, требуют, чтобы строители не применяли оборудование и машины, выделяющие чрезмерное количество выхлопных газов. При изготовлении, укладке и хранении заполнителя для бетона, выгрузке и хранении цемента необходимы меры по снижению попадания в атмосферу пыли, содержание которой должно поддерживаться на приемлемо низком уровне.

При определении ущерба рыбному хозяйству следует учитывать ущербы в реальном выражении из-за уменьшения площадей нереста, нагула и зимовки рыб ¹¹⁴. В некоторых случаях может быть обосновано увеличение рыбоулова в результате улучшения условий обитания рыб при создании на водотоках водохозяйственных и энергетических объектов.

Достоверность определения ущерба от затопления полезных ископаемых находится в прямой зависимости от точности оценки запасов полезных ископаемых, так что основное требование в области охраны природных недр при энергетическом строительстве – обеспечение полного комплексного геологического изучения их месторождений.

Если в зоне создания гидроэнергетических объектов присутствуют представители остаточной с древних веков флоры (реликты) или распространённые только здесь растения (эндемики), экономическая оценка ущерба от их ликвидации усложняется. Чтобы хоть приблизительно рассчитать такой ущерб, требуется экспертная оценка специалистами–флористами по редким и исчезающим растениям стоимости их единичных экземпляров. Их количество на единице затопляемой площади определяют специалисты-ботаники на основании флористических обследований ¹¹⁵.

Ущерб водной среде сбросами в водохранилище от энергетических объектов, например, масла от турбинного оборудования здания станции, определяется пропорционально приведённой массе годового сброса загрязняющих веществ.

¹¹⁴ Васильев Ю. С., Хрисанов Н. И. Экология использования возобновляющихся энергоисточников. Л: Изд-во Ленингр. ун-та, 1991. 343 с.

¹¹⁵ Арефьев Н. В., Хрисанов Н. И. Экологическое обоснование гидроэнергетического строительства: Учебное пособие. Л: Издательство С.-Петербургского университета, 1992. 168 с.

Если деградация земель наблюдается на 20-50 % площади ландшафта, то он считается территорией с сильным снижением продуктивности и потерей устойчивости, трудно обратимыми нарушениями экосистем. Для таких экосистем предполагается лишь выборочное их хозяйственное использование и планирование глубокого улучшения ¹¹⁶.

Таким образом, при попадании 20-50% ландшафта в зону затопления ущерб можно рассчитывать для всей площади, менее 20% - лишь для затопленной части ландшафта.

Шум является, в общем, одним из факторов воздействия электростанций на окружающую среду, создавая дискомфорт. В работе Н. И. Хрисанова и Н. В. Арефьева ¹¹⁷ для годового расчёта ущерба от воздействия шума (определение ущерба от акустического загрязнения) предложена следующая формула:

$$Y_{ш} = \frac{KbFa\Gamma}{10000c},$$

где F – площадь зоны дискомфорта;

a – плотность жилого фонда, кв.м/га: отношение площади, занятой застройкой, к общей площади (нормативное значение $a=2,60$);

K – коэффициент, учитывающий снижение производительности труда в результате воздействия шума. Увеличение уровня шума на 1-2 дБА приводит к снижению производительности труда на 1% (при уровнях звука больше 80 дБА) ¹¹⁸;

Γ – процент градообразующей группы;

b – среднегодовой заработок одного рабочего, тыс. руб;

c – норма жилой площади на одного человека.

Необходимо отметить, что одной из наиболее важных экологических проблем, которые возникают при строительстве и создании крупных объектов гидроэнергетики, заключается в рациональном использовании лесных ресурсов в зоне образующегося водохранилища. Особенно остро данная проблема встала при создании Братской, Усть-Илимской, Саяно-Шушенской и других крупных гидроэнергетических объектов Дальнего Востока и Сибири, где в образовавшихся при строительстве гидроэлектростанций

¹¹⁶ Петров К.М. Общая геоэкология. Учебное пособие для студентов высших учебных заведений. СПб, 2004. 440 с.

¹¹⁷ Арефьев Н. В., Хрисанов Н. И. Экологическое обоснование гидроэнергетического строительства: Учебное пособие. Л: Издательство С.-Петербургского университета, 1992. 168 с.

¹¹⁸ Тупов В. Б. Снижение шумового воздействия от оборудования в энергетике: Учебное пособие для вузов. М.: МЭИ, 2004. 232 с.

водохранилищах были затоплены сотни миллионов кубометров леса ¹¹⁹. При этом затопленный лес был различен по своим показателям и признакам: бонитету, качеству, возрасту и другим.

Необходимо отметить, что проблема затопления лесных земель достаточно актуальна и в настоящее время, так в ложах водохранилищ уже созданной Богучанской и запроектированной Мотыгинской гидроэлектростанций будет затоплено около 10,3 и 0,5 млн м³ леса, а уже через год после наполнения объем древесной массы в акватории водохранилищ: 10,5 и 0,6 млн м³ соответственно. Таким образом, при заполнении указанных водохранилищ до проектных отметок объем древесной массы, затопленной в ложах водохранилищ гидроэлектростанций Ангаро-Енисейского бассейна, составит 33,7 млн куб.м ¹²⁰.

Экологические проявления затопления залесённых земель многогранны и многосторонни. Во-первых, затопление – это уничтожение леса как природного ресурса и хозяйственного сырья.

Во-вторых, затопление леса неизбежно влияет на развитие экосистемы водохранилища, особенно на первых этапах обеспечивая поступление в водный объект органических и минеральных веществ, биогенных элементов, что способствует ускоренному развитию антропогенного эвтрофирования. Специфика водохранилищ связана с их глубиной, водообменном, сработкой, появлением осушенной зоны. Затопленный лес, таким образом, проходит несколько стадий: затопление на корню, отрыв, всплытие, погружение на дно, перемещение при сработке. Поэтому и поступающие в водохранилище вещества из находящейся в движении и подверженной механическим воздействиям и повреждениям древесины могут существенно отличаться от естественных водоёмов или в лабораторных опытах в сосудах со спокойным состоянием воды ¹²¹.

Ликвидация репродуктивной способности леса по лесной растительности и лесным дарам (ягоды, грибы и т.д.) на длительный период. Такой ущерб в первом приближении можно определить по следующей формуле:

$$U_{\text{л}} = V_{\text{л}} S_{\text{л}} F_{\text{л}} + \sum_{i=1}^n Q_i S_i F_i,$$

где $U_{\text{л}}$ – ущерб от ликвидации;

¹¹⁹ Васильев Ю. С., Хрисанов Н. И. Экология использования возобновляющихся энергоисточников. Л: Изд-во Ленингр. ун-та, 1991. 343 с.

¹²⁰ Корпачев В. П., Пережилин А. И., Андрияс А. А., Гайдуков Г. А. Оценка объёмов затопления древесной массы в ложах водохранилищ ГЭС // Фундаментальные исследования. 2013. № 4-2. С. 290-294

¹²¹ Васильев Ю. С., Хрисанов Н. И. Экология использования возобновляющихся энергоисточников. Л: Изд-во Ленингр. ун-та, 1991. 343 с.

V_{π} – объём годового прироста древесины, куб.м/га;

S_{π} – приёмная цена древесины, руб/куб.м;

$i(1, n)$ – количество побочных продуктов леса.

Q_i – количество годовой побочной i -й продукции, кг/га (ц/га);

S_i – приёмная или рыночная стоимость i -й побочной продукции леса, руб/кг (руб/ц);

F_{π} – площадь изымаемого участка леса, га ¹²².

Кадастровая стоимость лесных земель определяется на основе капитализации годового расчетного рентного дохода, получаемого в результате хозяйственного использования лесных земель. Таким образом, можно считать, что ущерб, равный годовому доходу, недополученному от хозяйственного использования лесного массива при затоплении рассчитывается по формуле:

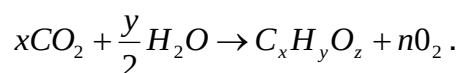
$$Y_{\pi} = KC_{\pi} S R,$$

где KC_{π} – удельный показатель кадастровой стоимости лесного массива в составе затопливаемых земель;

S – площадь затопливаемых земель лесного фонда;

R – ставка капитализации ($R=0,02$ ¹²³).

Для определения ущерба от прекращения выделения кислорода в атмосферу можно воспользоваться методом количественной оценки роли леса в выделении кислорода ¹²⁴. Так, на 1 гектар лесных земель за 1 календарный год происходит прирост древесной массы в результате процесса фотосинтеза:



Количество выделившегося кислорода в % на 100 % абсолютно сухой массы древесины можно найти из следующего соотношения:

$$m(O_2) = Mn,$$

где: M – молекулярная масса кислорода.

Тогда масса выделившегося кислорода составит:

$$m(\text{выдел. } O_2) = \frac{m(O_2)}{100\%} (m),$$

а масса потребляемого углекислого газа:

¹²² Арефьев Н. В., Хрисанов Н. И. Экологическое обоснование гидроэнергетического строительства: Учебное пособие. Л: Издательство С.-Петербургского университета, 1992. 168 с.

¹²³ Грибовский С. В., Иванова Е. Н., Львов Д. С., Медведева О. Е. Оценка стоимости недвижимости. М.: Ин-терреклам, 2003. 699 с.

¹²⁴ Арефьев Н. В., Хрисанов Н. И. Экологическое обоснование гидроэнергетического строительства: Учебное пособие. Л: Издательство С.-Петербургского университета, 1992. 168 с.

$$m(\text{потреб. CO}_2) = \frac{m(\text{CO}_2)}{100\%} (\text{кг}).$$

Таким образом, полный ущерб от прекращения выделения кислорода затопливаемым лесным массивом может быть рассчитан по следующей формуле:

$$Y(\text{O}_2) = nY(\text{O}_2)^{\text{ГОД}}.$$

При отказе от лесосводки (или лесоочистки) и затоплении земель с древесно-кустарниковой растительностью создаются значительные трудности как для самой гидроэнергетики ввиду подхода деревьев к сороудерживающим решёткам водоприёмных устройств турбинных блоков гидроэлектростанций, так и в целом для комплексного водохранилища: лесосплав всплывшей древесины, очистка водной поверхности водохранилища, проблемы для осуществления судоходства и прочее ¹²⁵. Поэтому особенно для комплексных гидроузлов очень важно обоснование лесосводки (товарные лесные насаждения) и лесоочистки (нетоварные). К товарным насаждениям можно отнести древостои с корневым запасом $\geq 60 \text{ м}^3$ на 1 га, средним диаметром ствола на высоте груди $\geq 0,14 \text{ м}$ независимо от возраста, бонитета и полноты. К нетоварным насаждениям относятся древостои с товарными размерами, но корневым запасом менее 60 м^3 на 1 га. Расположенные на склонах более 30° товарные насаждения признаются нетоварными. К молодняку и мелколесью относят насаждения со средним диаметром ствола на высоте груди менее $0,14 \text{ м}$ независимо от корневого запаса на 1 га ¹²⁶. Исходными данными для выбора технологии лесосводки являются характеристика лесосырьевой базы, её основные природно-производственные факторы:

- средний объём хлыста (куб. м);
- средний ликвидационный запас леса на 1 га эксплуатационной площадки (куб. м);
- распределение эксплуатационной площадки по крутизне склонов;
- природный состав насаждений.

На основании указанных показателей выбираются машины и механизмы для лесосводки и лесоочистки. С позиций охраны природы, рекреации и эстетики выдвигаемое специалистами требование сплошной лесоочистки ложа крупных водохранилищ оправдано, но оно

¹²⁵ Васильев Ю. С., Хрисанов Н. И. Экология использования возобновляющихся энергоисточников. Л.: Изд-во Ленингр. ун-та, 1991. 343 с.

¹²⁶ Там же

трудноосуществимо и нерентабельно для удалённых перспективных для гидротехнического освоения районов Сибири и Дальнего Востока ¹²⁷.

Для получения данных о природном составе насаждений могут широко применяться и методы дистанционного зондирования земель. При геоботаническом обследовании естественных кормовых угодий исходят из того, что отдельные растения на аэрофотоснимках и тем более на изображениях, полученных с помощью нефотографических съёмочных систем, обычно не воспроизводятся. Поэтому прямые дешифровочные признаки (тон (цвет) и текстура изображения) здесь создаются совокупностями видовых компонентов, растительными ассоциациями. Тон (цвет) изображения растительных группировок существенно зависит от фазы вегетации и других факторов (положение участка в плоскости кадра, силы и направления ветра в момент съёмки и др.). Текстура изображения определяется мозаикой различных растительных группировок и изменением их состава в связи с изменением условий почв. Неустойчивость и многозначность прямых дешифровочных признаков приводят к необходимости привлечения косвенных признаков к дешифрированию травянистой растительности ¹²⁸.

Различия оптической плотности фотоизображения при съёмке растений в период их зелёной окраски будут незначительны. Индивидуальные особенности изменения цветового аспекта культур в различных сезонных стадиях и временное несовпадение стадий дифференцируют особенности отражательной способности различных видов растений. Таким образом, правильно выбрав сроки съёмки и спектральные каналы многозональной съёмочной системы, можно обеспечить опознавание сельскохозяйственных культур (рисунок 6). Один из путей повышения достоверности распознавания сельскохозяйственных культур – использование разновременных съёмок ¹²⁹.

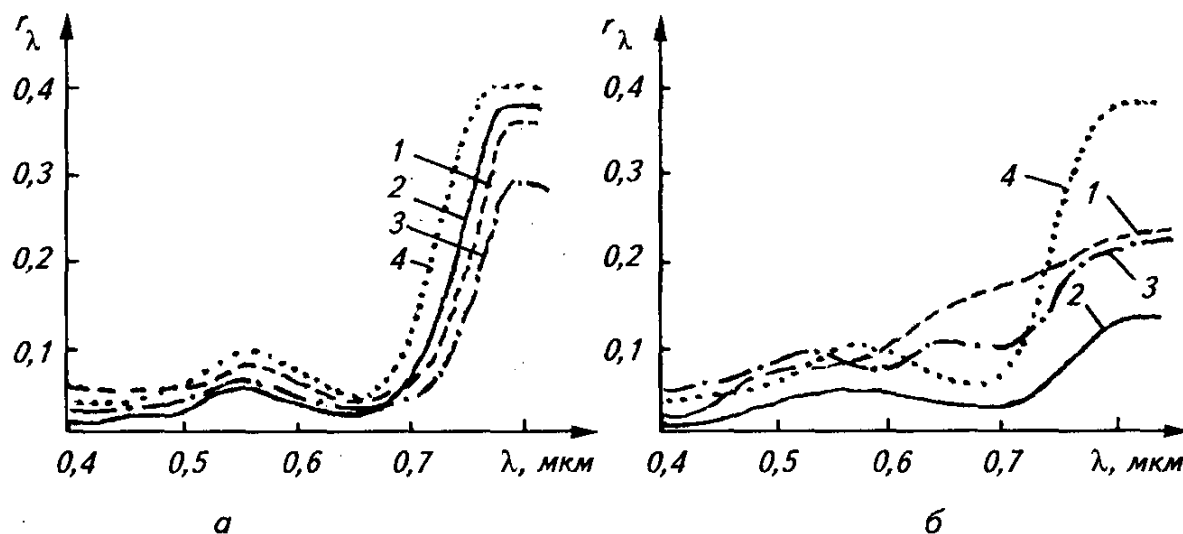
Возраст насаждений и класс бонитета определяются на снимках по прямым и косвенным дешифровочным признакам. С возрастом увеличивается размер высота и размер крон деревьев, образующих полог насаждений, которые используются при дешифрировании. Рисунок фотоизображения насаждений различного возраста имеет свои специфические особенности. В молодняках проекции крон мелкие, высоты деревьев небольшие, сомкнутость полога высокая, промежутков между кронами почти не видно. В зрелом возрасте кроны деревьев крупные, обособленные, чётко видны

¹²⁷ Там же

¹²⁸ Обиралов А. И., Лимонов А. Н., Гаврилова Л. А. Фотограмметрия: Учебник для студентов средних специальных учебных заведений. М.: КолосС, 2002. 240 с.

¹²⁹ Там же

форма и величина проекции крон. Определив возраст и измерив высоту древостоев можно по специальной таблице определить класс бонитета.



Культуры в период их зелёной окраски (а) и созревания (б).

1- рожь, 2 – клевер, 3 – ячмень, 4 – картофель

Рисунок 3.2.6. Кривые коэффициента спектральной яркости

Важным дешифровочным признаком для распознавания пород деревьев является цвет фотоизображения на спектральнональных снимках^{130, 131}. Для примера приведены данные по цвету лесов для Сибири в таблице 3.2.3.

Для определения запаса древостоев необходимо произвести подсчёт количества деревьев на единицу площади и определить среднюю толщину стволов деревьев. При подсчёте деревьев по снимкам общее количество их всегда будет меньше натурального, поэтому в лесной таксации при таком подсчёте вводят поправочные коэффициенты.

Определение сомкнутости полога насаждений по крупномасштабным снимкам (1:1000 – 1:2000) производят непосредственным измерением площади, занятой проекцией крон деревьев. Существует более простой и быстрый способ определения сомкнутости полога. На снимок накладывается линейка и подсчитывается число миллиметров, приходящихся на проекции крон деревьев. Делением этой величины на общую длину линии получают относительную сомкнутость.

¹³⁰ Агапов С. В. Фотограмметрия сканерных снимков. М.: «Картгеоцентр», «Геодиздат», 1996. 176 с.

¹³¹ Богомолов Л. А. Дешифрирование аэроснимков. М.: «Недра», 1976. 145 с.

Таблица 3.2.3.

Цвет фотоизображения лесов Сибири на спектрональных снимках

Объект	Цвет аэрофотоизображения
Сосна	Сине-зелёный
Кедр	Сине-зелёный, зелёный с коричневым оттенком
Ель и пихта	Сине-зелёный, тёмно-зелёный. От сосны и кедра эти породы отделяются с трудом
Лиственница	Оранжевый, жёлто-оранжевый. По цвету близка к берёзе
Берёза	Жёлто-оранжевый, оранжевый. Цвет близок к лиственнице и осине
Осина	Оранжевый, красно-оранжевый. По сравнению с берёзой больше красных оттенков.
Сухостой насаждения	Яркий сине-зелёный
Насаждения, повреждённые верховым пожаром	Тёмно-синий, синий
Насаждения, повреждённые низовым пожаром	Светло-синий
Вырубки	Цвет зависит от давности вырубки и характера почвенного покрова
Луга	Жёлто-оранжевый, оранжевый. Скошенные участки светло-синего цвета
Болота моховые	Жёлтый, жёлто-зелёный. Увлажнённые места – синий.
Болота травяные	Оранжевый
Кустарники	Оранжевый, оранжево-бурый

Запас древостоя можно определить по формуле:

$$M = \sum gfH,$$

где M – запас древостоя;

$\sum g$ – сумма площадей сечения стволов на высоте груди;

f – видовое число, значение которого берётся из таблицы;

H – высота древостоя.

Для тундровых ландшафтов установлена связь между крутизной склона и растительностью и между микрорельефом и растительностью. Вероятность этих связей по ориентировочной оценке более 80-90 %. С увеличением крутизны склонов улучшаются условия дренажа и ухудшаются условия задержания снега и мелкозёма, а всё это отражается на характере растительного покрова ¹³². Зависимость растительного покрова от крутизны склонов, выявленная по данным географических описаний и по топографической карте масштаба 1:100 000, показана в таблице 3.2.4.

¹³² Богомолов Л. А. Дешифрирование аэроснимков. М.: «Недра», 1976. 145 с.

Таблица 3.2.4.

Зависимость растительного покрова от угла наклона для тундрового ландшафта

Условия дренажа и задержания мелкозёма	α°	Ожидаемый растительный покров
Дренаж отсутствует. Мелкозём и снег задерживаются	$<2^\circ$	Моховые и осоковые болота
Солифлюкционное течение мелкозёма, снег задерживается	$2-15^\circ$	Все виды тундровой растительности. При малых углах наклона преобладают луг и заболоченная тундра.
Солифлюкционное течение мелкозёма и слабое передвижение снега	$15-25^\circ$	Все виды тундровой растительности в чередовании с каменистой поверхностью и россыпями
Мелкозём частично задерживается, снег не задерживается	$25-45^\circ$	Каменистая поверхность и россыпи с редкими разорванными лишайниково-кустарниковым покровом
Мелкозём и снег не задерживаются	$>45^\circ$	Отсутствует

Н. С. Подобедов отмечает ¹³³, что высота деревьев в лесу значительно колеблется, поэтому поверхность образованная верхним пологом леса лишь в отдельных случаях параллельна земной поверхности, а, следовательно, систематическая поправка в положение горизонталей за высоту леса возможна лишь в ограниченном числе случаев (рисунок 7).

При определении ущерба от подтопления земель для сельскохозяйственных угодий, можно воспользоваться формулой для расчёта такого ущерба в долях от стоимости среднесуточной продукции S :

$$S = syF,$$

где S – стоимости среднесуточной продукции;

s – стоимость единицы продукции руб/ц;

y – урожайность ц/га;

F – площадь, занятая культурой, га.

¹³³ Подобедов Н. С. Топографическое картографирование. М.: Изд-во геодезической литературы, 1962. 264 с.

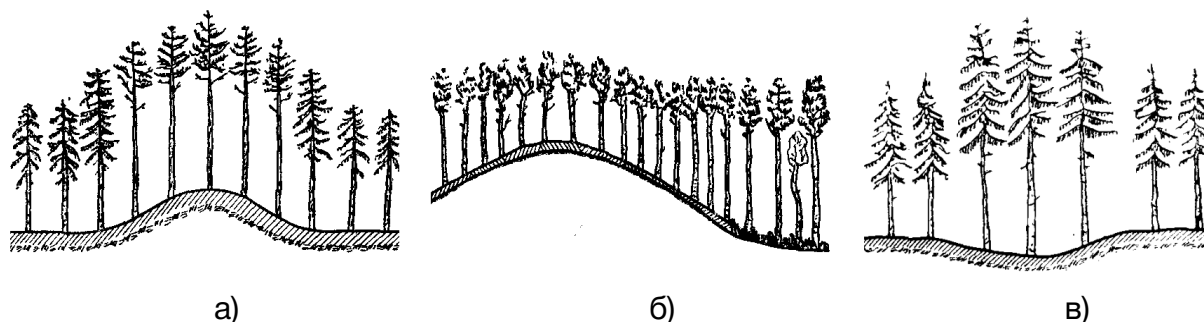


Рисунок 3.2.7. Схема влияния колебания высоты леса на видимую стереоскопическую модель местности: а – большая высота леса усиливает стереоэффект холма; б – разная высота леса на холмах и в понижениях нивелирует поверхность лесного полога; в – большая высота леса в понижениях.

Таким образом, ущерб для сельскохозяйственных угодий может быть вычислен, как:

$$Y_{\Pi} = 1 - H / a,$$

где Y_{Π} – годовой ущерб от подтопления угодий в долях от стоимости среднесуточной продукции;

H – осреднённый по площади и во времени за вегетационный период уровень грунтовых вод при развитии подтопления, м;

a – норма осушения (требуемый для данной культуры или угодья уровень грунтовых вод на вегетационный период), м ¹³⁴.

При $H=0$, то есть подтопление с выходом воды на поверхность земли, у большинства культур происходит полная потеря урожая ($Y_{\Pi}=1$). При $H=a$, ущерба нет. При промежуточных значениях H/a принята линейная зависимость изменения ущерба от уровня грунтовых вод, что может быть использовано лишь для оценочных расчётов.

Например, при оценке воздействия строительства Мотыгинского водохранилища на реке Ангаре на окружающую среду ¹³⁵ площади подтопленных сельхозугодий были определены методом экспертных оценок в размере 5% от общей площади затопления сельскохозяйственных угодий – около $S=105$ га. Подтопленные угодья из сельскохозяйственного оборота не изымаются, но на подтопленных землях урожайность ($Y=1,59$ т/га) снижается примерно на треть. Максимальная же цена за 1 тонну продукции на момент

¹³⁴ Арефьев Н. В., Хрисанов Н. И. Экологическое обоснование гидроэнергетического строительства: Учебное пособие. Л.: Издательство С.-Петербургского университета, 1992. 168 с.

¹³⁵ Обоснование инвестиций в строительство Мотыгинской ГЭС на р. Ангаре. Оценка воздействия строительства на окружающую среду. Книга 2. Оценка воздействия на окружающую природную среду и социально-экономические условия [Электронный ресурс]. Режим доступа: http://www.gis.rushydro.ru/file/main/gis/projects/motyginskaya/OVOS_MoGES_Kniga-2.pdf (дата обращения: 12.05.2019)

определения (2007 год) – $P=5000$ рублей ¹³⁶. Таким образом, ущерб от подтопления в год составил:

$$Y_{CIX} = \frac{1}{3} PYS = \frac{1}{3} 5000 * 1,59 * 105 = 278250 \text{ (руб./год)}$$

При затоплении сельскохозяйственных угодий, если есть экономическая целесообразность, возникает необходимость проведения мероприятий по сохранению плодородного слоя почвы на занимаемых земельных участках и землях. То есть при строительстве и преобразовании сельскохозяйственных угодий в целях сокращения отрицательных последствий изъятия таких земель решаются задачи, связанные с рекультивацией нарушаемых и нарушенных земель и землеванием малопродуктивных земель и угодий.

Землевание – комплекс работ по снятию, транспортировке, нанесению плодородного слоя почвы и потенциально плодородных пород на малопродуктивные угодья с целью их улучшения.

В общем случае при землевании выполняются следующие работы:

- подготовительные;
- по снятию плодородного слоя почвы;
- по хранению и использованию плодородного слоя почвы;
- биологическому освоению малопродуктивных земель и угодий после землевания;
- сметные расчёты;
- организация производства работ.

При разработке проекта землевания устанавливается мощность снимаемого плодородного слоя почвы с учётом её основных типов и подтипов по природным зонам. Нормы снятия плодородного слоя почв для основных типов и подтипов почв глинистого и суглинистого механического состава установлены ГОСТ 17.5.3.06-85 ¹³⁷. Нормы снятия некоторых типов почв приведены в таблице 5.

При снятии рекомендуется, чтобы содержание гумуса в подлежащем снятию нижнем слое было не менее:

- 0,7 % для пустынной, субтропической пустынной зон;
- 1% для таёжно-лесной, полупустынной, пустынно-степной зон;
- 2% для лесостепной, степной зон.

¹³⁶ Тесаловский А. А. Методика кадастровой оценки земель, резервируемых в целях строительства водохранилищ комплексного назначения. Дисс. ... канд. техн. наук: 25.00.26 / МИИГАиК. СПб, 2014.

¹³⁷ ГОСТ 17.5.3.06-85. Охрана природы (ССОП). Земли. Требования к определению норм снятия плодородного слоя почвы при производстве земляных работ [Электронный ресурс]. Введ. 01.07.1986 // КонсультантПлюс: справ. - правовая система / Компания «КонсультантПлюс»

В соответствии с ГОСТ 17.5.3.05-84¹³⁸ плодородный слой почвы, наносимый на малопродуктивные угодья, должен иметь более высокое содержание гумуса и питательных веществ, отличаться большей степенью насыщенности основаниями и иметь суглинистый или глинистый механический состав. Допускается использовать плодородный слой почвы с содержанием гумуса равным или ниже не более 1%, чем в малопродуктивных угодьях, а также плодородный слой почвы супесчаного механического состава.

Таблица 3.2.5

Нормы снятия плодородного слоя для основных типов и подтипов почв

Тип и подтип почв	Диапазон глубин снятия, см
Дерново-подзолистые	20
Дерново-карбонатные	20-40
Бурые лесные	20-80
Серые лесные	20-50
Черноземы типичные	50-120
Черноземы южные	40-70
Черноземно-луговые	50-90
Темно-каштановые	40-50
Светло-каштановые	30
Лугово-сероземные	40-60
Сероземы	20-40
Желтоземы	30
Горные лугово-степные	20-70
Торфяные болотные (после осушения)	На всю мощность торфяного слоя

Землевание малопродуктивных угодий делят на обычное и комбинированное:

- обычное проводят при незначительном различии гранулометрических составов наносимого плодородного слоя почв в один прием без перемешивания;
- комбинированное – при значительном различии составов почв в два этапа: нанесение плодородного слоя мощностью 10-15 см и перемешивание с улучшаемой почвой, повторное нанесение до проектного значения.

Защита земель от затопления и подтопления непосредственно изменяет водный баланс прибрежной территории и всего водохранилища. При решении частных хозяйственных задач и природоохранных вопросов рекомендуется рассматривать водный баланс на отдельных участках водохранилища, что позволяет более объективно и дифференцировано

¹³⁸ ГОСТ 17.5.3.05-84. Государственный стандарт союза ССР. Охрана природы. Рекультивация земель. Общие требования к землеванию [Электронный ресурс]. – Введ. 27.03.1984 // КонсультантПлюс: справ.-правовая система / Компания «КонсультантПлюс»

характеризовать протекающие процессы в условиях затопления и подтопления земель ¹³⁹.

При обваловании земель в пределах зоны защиты нарушается связь по составляющей поверхностного притока к водохранилищу, уменьшается испарение, изменяются фильтрационные процессы, возможен и подъём уровня зеркала водохранилища.

Береговые линии постоянных водоёмов в зоне создания водохранилищ обычно чётко выделяются на чёрно-белых снимках по границе тёмного, почти чёрного тона водного зеркала. Этот тон фотоизображения водной поверхности бывает на аэрофотоснимках в следующих случаях:

- при высоком стоянии Солнца в момент производства съёмки;
- при больших глубинах водоёма;
- при тёмном цвете дна водоёма, например, если оно сложено торфом;
- при маскировке водной поверхности падающими тенями крутых берегов или прибрежной древесной растительности ¹⁴⁰.

Светлые тона фотоизображения водной поверхности обычно получаются в следующих случаях:

- при наличии бликов на поверхности воды;
- при светлых грунтах дна водного потока (например, песках) и малой его глубине;
- при значительной мутности водного потока;
- при съёмке водного потока во время волнения или при наличии пены на его поверхности;
- при наличии на поверхности потока водолюбивой растительности ¹⁴¹.

В то же время при строительстве водохранилищ появляются перспективы ведения в его районе орошаемого земледелия, поэтому помимо ущербов при ведении сельского хозяйства может быть получен и доход, вычисляемый по формуле ¹⁴²:

$$I_{AWF} = P(KYS_{AWF}),$$

где I_{AWF} – предполагаемый доход от использования земельного участка, в границах которого предполагается строительство водохранилища, в целях орошения земель;

P – рыночная цена продукции растениеводства;

¹³⁹ Васильев Ю. С., Хрисанов Н. И. Экология использования возобновляющихся энергоисточников. Л.: Изд-во Ленингр. ун-та, 1991. 343 с.

¹⁴⁰ Подобедов Н. С. Топографическое картографирование. М.: Изд-во геодезической литературы, 1962. 264 с.

¹⁴¹ Там же

¹⁴² Тесаловский А. А. Кадастровая оценка земель, резервируемых для строительства водохранилищ // Архитектура и строительство России. 2010. №5. с. 10-17.

Y – урожайность сельскохозяйственной продукции растениеводства в богарном земледелии;

K – прирост урожайности в орошаемом земледелии по сравнению с богарным;

S_{AWF} – орошаемая ресурсами водного объекта площадь выращивания сельскохозяйственной культуры растениеводства.

Площадь пашни, затапливаемая при создании Мотыгинского водохранилища, составляет 895 га ¹⁴³. Равновеликая этой площадь будет осваиваться вновь в составе земель, прилегающих к водохранилищу. Таким образом, существуют все предпосылки для орошения данных земель.

На состав угодий и специализацию сельхозпредприятий оказывает влияние их местоположение по отношению к рынкам сбыта. Пригородные хозяйства в первую очередь будут специализироваться на производстве картофеля, овощей, фруктов, ягод, молока и мяса, то есть продукции, которая является малотранспортабельной и пользуется повышенным спросом у населения ¹⁴⁴. Ввиду того, что Мотыгинское водохранилище находится вдалеке от больших рынков сбыта, на угодьях сельхозпредприятий района преобладает рожь. Средняя урожайность ржи в Красноярском крае за 2007 год составила 15,9 ц/га или 1,59 т/га. Максимальная же цена за 1 тонну ржи на 1 апреля 2008 года составляла 5000 рублей ¹⁴⁵.

Если посмотреть на график ¹⁴⁶ (рисунок 8), то видно, что для умеренно-влажных районов недобор урожайности зерновых составляет 15%.

¹⁴³ Обоснование инвестиций в строительство Мотыгинской ГЭС на р. Ангаре. Оценка воздействия строительства на окружающую среду. Книга 3. Резюме нетехнического характера [Электронный ресурс]. Режим доступа: http://www.gis.rushydro.ru/file/main/gis/projects/motyginskaya/OVOS_MoGES_Kniga-3.pdf (дата обращения: 12.05.2019)

¹⁴⁴ Волков С. Н. Землеустройство. Т. 3. Землеустроительное проектирование. Межхозяйственное (территориальное) землеустройство. М.: Колос, 2002. 382 с.

¹⁴⁵ Тесаловский А. А. Кадастровая оценка земель, резервируемых для строительства водохранилищ // Архитектура и строительство России. 2010. №5. с. 10-17.

¹⁴⁶ Ерхов Н. С., Ильин Н. И., В. С. Мисенев. Мелиорация земель: 2-е изд., перераб. и доп. М.: Агропромиздат, 1991. 319 с.

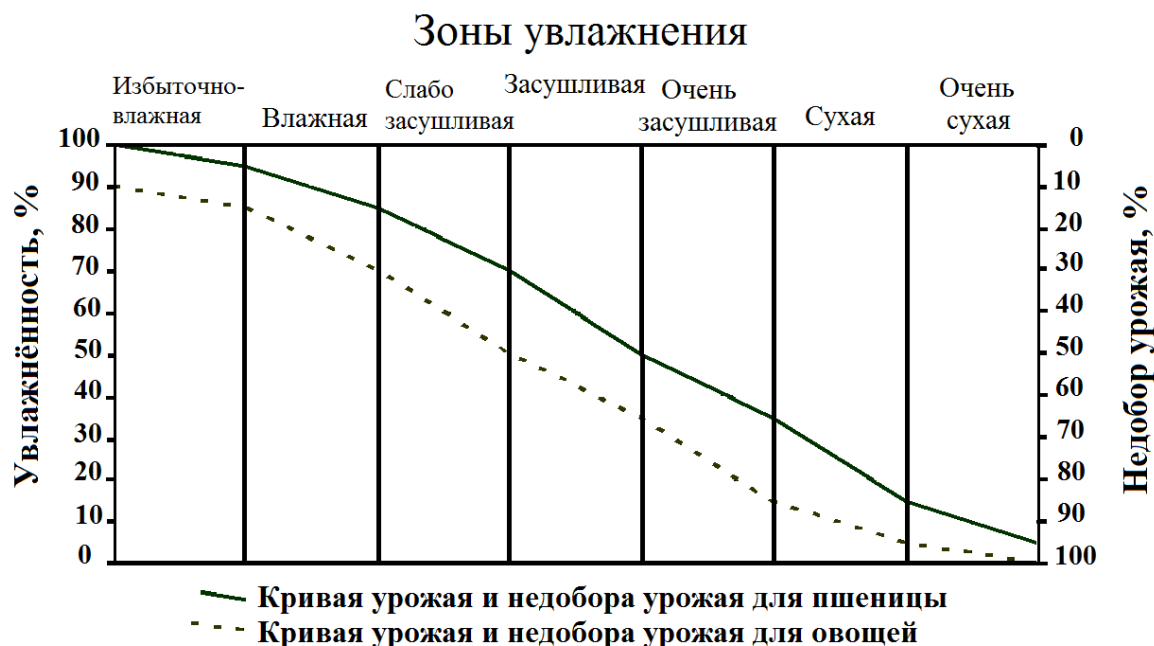


Рисунок 3.2.8. Кривые урожая и его недобора

Следовательно, приняв $K=0,15$, можно вычислить максимальный доход сельхозпредприятий, получаемый ими от использования водохранилища для орошения земель:

$$I_{AWF} = P(KYS_{AWF}) = 5000 * 0,15 * 1,59 * 895 = 1067288 \text{ (руб.)}$$

Если обратиться к научным работам по влиянию затопления и подтопления земель на сельскохозяйственное производство в более развитых в этом плане регионах ¹⁴⁷, то ущербы сельскому хозяйству от затопления сельхозугодий будут более ощутимы. Так, затраты на рекультивацию земель, затрагиваемых Чебоксарской ГЭС, возвращающую прежние показатели плодородия состоят из затрат на работы по биологической рекультивации слабо подтопленных земель в течение 5-6 лет и умеренно подтопленных до 10 и более лет. Затраты на такую рекультивацию приведены в таблице 3.2.6.

Определение ущерба редкой и исчезающей флоре. Методики расчёта ущерба, если на затопляемой территории присутствуют представители остаточной с древних веков флоры или распространённые только здесь растения, отсутствуют.

¹⁴⁷ Титова В. И., Самоделкин А. Г., Дабахова Е. В., Еремин Н. С. Прогнозная оценка потерь сельхозпроизводства нижегородской области от предполагаемого подъёма уровня водохранилища Чебоксарской ГЭС // Достижения науки и техники АПК. № 9. 2013. С. 13-15.

Таблица 3.2.6.

Стоимость работ по биологической рекультивации умеренно и слабо подтопленных сельскохозяйственных земель в районе Чебоксарской ГЭС

Тип подтопления	Сельскохозяйственное угодье			
	Пашня		Сенокос	
	Площадь, га	Стоимость, руб./га	Площадь, га	Стоимость, руб./га
Умеренное	3 136	540 286	2 781	337 116
Слабое	4 032	338 986	3 576	186 141

Общий ущерб от ликвидации редкой и исчезающей флоры можно посчитать по следующей формуле:

$$Y_{\phi} = F \sum_{i=1}^m n_i S_{\phi,i},$$

где F – площадь рассматриваемой территории, га;

n_i – количество представителей редкой и исчезающей флоры i -го вида на единице площади;

m – число видов редкой и исчезающей флоры на данной территории;

$S_{\phi,i}$ – экспертная оценка стоимости единичного представителя i -го вида ¹⁴⁸.

Необходимо отметить, что опыт экспертной оценки стоимости единичных представителей редкой и исчезающей флоры за рубежом показывает, что такой ущерб может быть очень значительным и даже (в некоторых случаях) играть решающую роль при принятии инженерных решений и решений, связанных с отводом и защитой земель.

После заполнения водохранилища на животный мир прилегающей к нему территории оказываются резкие воздействия от изменения уровня воды при работе гидроузла, что может приводить при весенне-летнем подъёме воды к затоплению нор зверей в прибрежной полосе, гибели яиц и птенцов на гнездовьях. В результате переработки берегов могут быть уничтожены места обитания и гнездования зверей и птиц. В ряде случаев на водохранилищах с пологими и извилистыми берегами, заросшими лесом и кустарником, при соответствующих уровнях режимах создаются благоприятные условия для существования отдельных хищных и копытных млекопитающих (лисицы, кабаны, олени) и птиц водно-болотного комплекса ¹⁴⁹.

Определение ущерба фауне. Для определения ущерба представителям наземной фауны предлагается разделить последних на промысловых, редких и исчезающих. Ущерб для промысловых животных оценивается на

¹⁴⁸ Арефьев Н. В., Хрисанов Н. И. Экологическое обоснование гидроэнергетического строительства: Учебное пособие. Л: Издательство С.-Петербургского университета, 1992. 168 с.

¹⁴⁹ Васильев Ю. С., Хрисанов Н. И. Экология использования возобновляющихся энергоисточников. Л: Изд-во Ленингр. ун-та, 1991. 343 с.

основе сокращения их численности и промысловой или рыночной стоимости отдельной особи. Для этого можно воспользоваться формулой:

$$Y_{\text{ж}} = \sum_{i=1}^n m_i S_i,$$

где n – число видов промысловых животных, обитающих в зоне воздействия;
 m_i – количество погибающих особей i -го вида;

S_i – промысловая или рыночная стоимость особи i -го вида.

Так, например, при оценке воздействия на окружающую среду в части определения ущерба фауне в зоне строительства Мотыгинской гидроэлектростанции и соответствующего водохранилища на реке Ангаре^{150, 151}, были обобщены данные о численности и количестве видов промысловых животных, обитающих в зоне воздействия Мотыгинской ГЭС. Данные для нормального подпорного уровня 127 метров приведены в таблице 3.2.7.

Таблица 3.2.7

Численность и видовой состав промысловых животных

Вид	Базовая численность, ос./тыс.га	Площадь, га	Численность, шт.	Стоимость, руб./ос.
Лисица	0,55	16450	9	17320
Бурый медведь	0,08	16450	1	43300
Рысь	0,05	16450	1	25980
Росомаха	0,01	16450	0	25980
Барсук	0,4	16450	7	17320
Соболь	2,71	16450	45	43300
Горностай	1,07	16450	18	2598
Ласка	0,6	16450	10	2165
Колонок	0,61	16450	10	8660
Норка американская	3,7	16450	61	21650
Выдра	0,05	16450	1	25980
Заяц-беляк	5,85	16450	96	4330
Бобр	11,11	16450	183	25980
Бурундук азиатский	46,5	16450	765	433
Ондатра	13,2	16450	217	4330
Полевка водяная	18,45	16450	304	433
Косуля сибирская	0,45	16450	7	21650
Северный олень	0,28	16450	5	86600
Лось	0,5	16450	8	86600
Крот сибирский	23,2	16450	382	433
Глухарь	6	16450	99	2598
Тетерев	2,25	16450	37	2598

¹⁵⁰ Обоснование инвестиций в строительство Мотыгинской ГЭС на р. Ангаре. Оценка воздействия строительства на окружающую среду. Книга 2. Оценка воздействия на окружающую природную среду и социально-экономические условия [Электронный ресурс]. Режим доступа: http://www.gis.rushydro.ru/file/main/gis/projects/motyginskaya/OVOS_MoGES_Kniga-2.pdf (дата обращения: 12.05.2019)

¹⁵¹ Обоснование инвестиций в строительство Мотыгинской ГЭС на р. Ангаре. Оценка воздействия строительства на окружающую среду. Книга 3. Резюме нетехнического характера [Электронный ресурс]. Режим доступа: http://www.gis.rushydro.ru/file/main/gis/projects/motyginskaya/OVOS_MoGES_Kniga-3.pdf (дата обращения: 12.05.2019)

Вид	Базовая численность, ос./тыс.га	Площадь, га	Численность, шт.	Стоимость, руб./ос.
Рябчик	27,4	16450	451	2598
Гусь	5,3	16450	87	2598
Утка	27,35	16450	450	2598
Проч. охотничьи	135,25	16450	2225	2598

Ущерб фауне составляет 20 512 509 рублей ¹⁵². Стоимость была принята, согласно кратности размера взыскания к минимальному размеру заработной платы, установленному в Российской Федерации. Кроме того, отдельно можно рассчитать величину ущерба фауне, исходя из снижения продуктивности (годового прироста) видов объектов животного мира в зоне затопления. Например, прирост количества лис и медведей на затопляемой территории – 1 особь в год, барсуков – 3 и т.д.

В случае гибели редких и исчезающих животных и птиц оценка ущерба может быть произведена по той же формуле, но с использованием экспертно установленной стоимости единичного представителя *i*-го вида ¹⁵³.

Относительно Мотыгинского водохранилища можно дополнительно отметить следующее ¹⁵⁴:

- в зоне дискомфорта от акустического загрязнения не находится объектов жилого фонда, поэтому определение ущерба от акустического загрязнения не проводилось;
- в районе затопления находятся лишь общедоступные полезные ископаемые, которые большей частью будут использованы при строительстве, поэтому определение ущерба от ликвидации (затопления) полезных ископаемых не проводилось;
- на основании проведенного анализа при выборе участка створа и строительной площадки Мотыгинского гидроузла можно сказать, что размещение гидроэлектростанции не влияет на качество воды проектируемого водохранилища и условия водопользования, поэтому определение ущерба водной среде сбросами в водотоки и водоёмы загрязняющих веществ не проводилось.

Ущерб рыбному хозяйству от зарегулирования водотоков и их участков от ликвидации и нарушения мест нереста, зимовки и нагула рыб можно определить по формуле ¹⁵⁵:

¹⁵² Тесаловский А. А. Методика кадастровой оценки земель, резервируемых в целях строительства водохранилищ комплексного назначения. Дисс. ... канд. техн. наук: 25.00.26 / МИИГАиК. СПб, 2014.

¹⁵³ Арефьев Н. В., Хрисанов Н. И. Экологическое обоснование гидроэнергетического строительства: Учебное пособие. Л: Издательство С.-Петербургского университета, 1992. 168 с.

¹⁵⁴ Тесаловский А. А. Методика кадастровой оценки земель, резервируемых в целях строительства водохранилищ комплексного назначения. Дисс. ... канд. техн. наук: 25.00.26 / МИИГАиК. СПб, 2014.

¹⁵⁵ Арефьев Н. В., Хрисанов Н. И. Экологическое обоснование гидроэнергетического строительства: Учебное пособие. Л: Издательство С.-Петербургского университета, 1992. 168 с.

$$Y_{PX} = \max[Y_{HP}, Y_{HG}, Y_{3M}] k_{PP} (E_H + p),$$

где k_{PP} – удельные капиталовложения от 1 т промыслового рыбозавоза из рыбобитомников;

E_H – нормативный коэффициент сравнительной экономической эффективности в рыбном хозяйстве;

p – доля ежегодных амортизационных отчислений;

Y_{HP}, Y_{HG}, Y_{3M} – ущерб в натуральном выражении из-за уменьшения площади нереста, нагула, зимовки рыб (при увеличении указанных площадей рыбохозяйство может получить приращение эффекта);

$$Y_{HP}, Y_{HG}, Y_{3M} = 0,001 F_B PП_B (F_1 / F_0) q,$$

где $PП_B$ – рыбопродуктивность водотока, его участка или водоёма до их за-регулирования;

q – поправочный коэффициент на разнокачественность нерестовых, нагульных и зимовальных площадей;

F_0 – площадь исходной зоны (нерестилищ, нагула, акваториальной зимовки);

F_1 – часть площади F_0 , находящаяся под влиянием создаваемых объектов;

F_B – площадь акватории водотока, его участка, водоёма до начала их использования.

Ущерб рыбному хозяйству от загрязнения водоёмов и водотоков непосредственно от создаваемых объектов (но не от других водопотребителей, водопользователей, развивающейся инфраструктуры) на основе воспроизводства потерянной продукции можно оценить по следующей формуле ¹⁵⁶:

$$Y_{PX} = P(I_2 - I_1 + E_H \Delta K_P) + \Delta P(I_3 - I_1 + E_H K_P) + E_H K_B,$$

где P – годовой улов рыбы после загрязнения водоёма;

I_1 – издержки по вылавливаемой рыбе в незагрязнённом водоёме;

I_2 – издержки по вылавливаемой рыбе в загрязнённом водоёме;

I_3 – издержки по вылавливаемой рыбе, используемые для возмещения снижения улова её в загрязнённом водоёме;

ΔK_P – увеличение капиталовложений по рыбному хозяйству в загрязнённом водоёме;

K_P – капиталовложения на восстановление улова, недополученного в загрязнённом водоёме;

K_B – остаточная балансовая стоимость основных фондов, не используемых в результате снижения улова в загрязнённом водоёме.

¹⁵⁶ Арефьев Н. В., Хрисанов Н. И. Экологическое обоснование гидроэнергетического строительства: Учебное пособие. Л: Издательство С.-Петербургского университета, 1992. 168 с.

При определении ущерба рыбному хозяйству при строительстве Мотыгиской ГЭС исходили из следующего: расчетный ущерб потери рыбопродуктивности в натуральном выражении ежегодно для проектируемой ГЭС составляет 250 т ¹⁵⁷. В условиях реки Ангары ценные рыбные породы составляют около 55%. Для укрупненной оценки величины капитальных вложений в ценах 2007 года на момент оценки ущерба, величина удельных капвложений на воспроизводство 1 т рыбы была принята 1023,24 тыс. руб. Таким образом, ущерб рыбному хозяйству составит:

$$1023240 * 250 * 0,55 = 140\ 695\ 500 \text{ (руб./год)}$$

В некоторых случаях может быть обосновано увеличение рыбоулова в результате улучшения условий при создании на водотоках водохозяйственных и энергетических объектов ¹⁵⁸. Часто в водохранилищах создаются более благоприятные условия, чем в прежнем русле реки, для жизни лимнофильных рыб, предпочитающих стоячие водоёмы, и численность стада этих рыб увеличивается. В то же время условия жизни реофильных рыб, предпочитающих проточные воды с быстрым течением, ухудшаются, особенно их размножение и зимовка, рыбы вынуждены перемещать в притоки или при некаскадном расположении водохранилищ уходить выше по течению в места, где влияние подпора уже не сказывается ¹⁵⁹.

При полной перестройке режима водоёма рыбоохранные мероприятия должны носить более широкий и комплексный характер, что предполагает и влечёт значительные затраты на компенсацию ущерба рыбному хозяйству и более полное использование биопродукционных возможностей водоёмов нового типа: строительство нерестово-выростных хозяйств, рыбопитомников, выполнение работ по биологической мелиорации и реконструкции ихтиофауны водоёмов ¹⁶⁰.

В формировании биоценозов водохранилищ можно выделить три основные стадии, представленные на рисунке 3.2.9:

- начальная стадия формирования водохранилища;
- промежуточная;
- стадия стабилизации.

¹⁵⁷ Заделенов В. А., Шадрин Е. Н., Долгих П. Н. Состояние рыбного хозяйства в водохранилищах Ангаро-Енисейского каскада // Рыбное хозяйство. 2008. № 6. С. 66-69.

¹⁵⁸ Арефьев Н. В., Хрисанов Н. И. Экологическое обоснование гидроэнергетического строительства: Учебное пособие. Л: Издательство С.-Петербургского университета, 1992. 168 с.

¹⁵⁹ Васильев Ю. С., Хрисанов Н. И. Экология использования возобновляющихся энергоисточников. Л: Изд-во Ленингр. ун-та, 1991. 343 с.

¹⁶⁰ Васильев Ю. С., Хрисанов Н. И. Экология использования возобновляющихся энергоисточников. Л: Изд-во Ленингр. ун-та, 1991. 343 с.

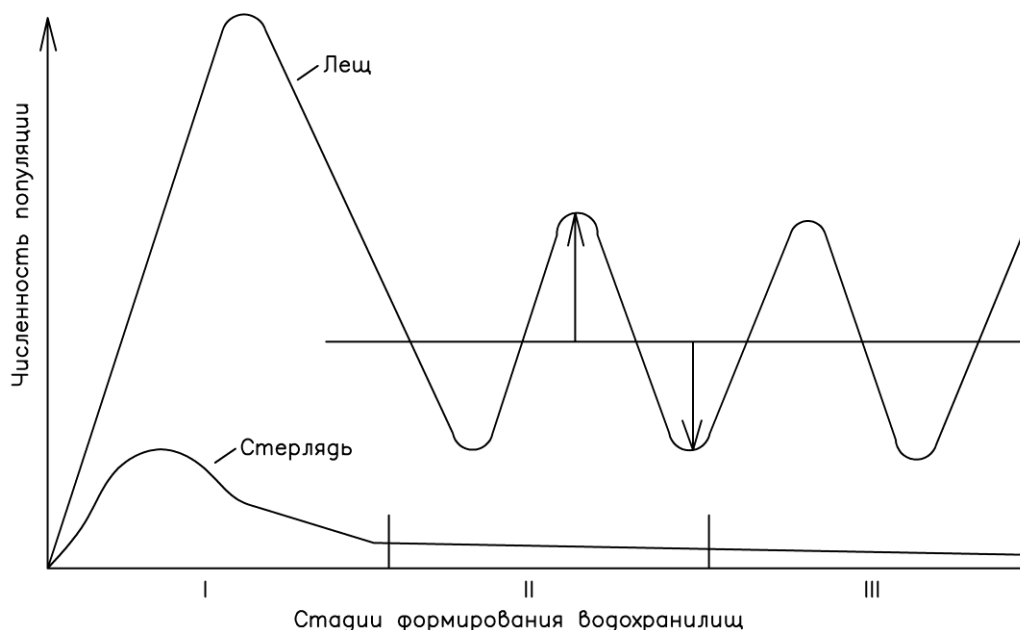


Рисунок 3.2.9. Многолетние колебания численности рыб: I – начальная стадия формирования водохранилища, II – промежуточная, III – стадия стабилизации.

Третья стадия наступает по мере развития водной растительности, её отличительной особенностью является повышенная биологическая продуктивность водохранилища. Для неё характерны периодические колебания численности видов, связанные с неравномерностью воспроизводства и выживания рыбы. В этот период рыбопродуктивность стабилизируется или продолжает медленно увеличиваться. При этом вылов рыбы, как правило, превосходит вылов местной рыбы на тех же участках в речных условиях до строительства гидроузла.

Обычно первая стадия длится от 2 до 5 лет. Это зависит от скорости заполнения водохранилища. Начальная стадия формирования водохранилища благоприятна для размножения и развития фитофильных растительноядных рыб.

На второй промежуточной стадии, которая в южных районах может ограничиться несколькими годами, а в северных длиться 20-30 лет, наблюдается депрессия, вызванная ухудшением условия питания и нереста рыб, так как разлагается и погибает затопленная наземная растительность, а водная развивается достаточно медленно. В связи с уменьшением скорости течения в этот период происходит снижение численности реофильных,

проходных и полупроходных рыб (стерлядь, осетровые, лососевые и сельдевые) и увеличение численности лимнофильных видов (лещ, карповые, окуневые).

Определение ущерба от ликвидации (затопления) полезных ископаемых. К основным требованиям, которые можно предъявить к гидротехническому освоению и преобразование территорий, относятся:

- обеспечение полного и комплексного геологического изучения месторождений полезных ископаемых;
- соблюдение установленного порядка предоставления земель и земельных участков с залегающими полезными ископаемыми для строительства гидроэлектростанции и создания водохранилища с предупреждением самовольного использования недр;
- охрана уже разведанных месторождений от затопления и других факторов, которые могут снизить качество полезных ископаемых, ценность месторождений или осложнить их дальнейшую разработку ¹⁶¹.

При расчёте ущерб должен определяться и оцениваться на основе сведений о запасах полезных ископаемых на преобразуемой территории с допущением, что при сооружении водохранилища полезные ископаемые не могут быть использованы достаточно длительное время, принимаемое за неопределённое. Ущерб от изъятия из использования полезных ископаемых может быть определён по формуле:

$$Y_{\text{пн}} = \sum_{i=1}^n Z_{\text{пн},i} C_{\text{пн},i},$$

где $Z_{\text{пн},i}$ - запасы полезных ископаемых i -го вида в зоне строящегося объекта, исключаемые из дальнейшего использования, куб.м, т;

$C_{\text{пн},i}$ – стоимость единицы количества полезных ископаемых i -го вида, руб/куб.м, руб/т;

n – количество видов полезных ископаемых, изымаемых из использования в зоне строящегося объекта ¹⁶².

В зоне сооружения водохранилища перед его строительством должен производиться комплекс землеустроительных работ. Общая последовательность выполняемых работ при землеустройстве зоны водохранилища описана у С. Н. Волковым ¹⁶³:

¹⁶¹ Арефьев Н. В., Хрисанов Н. И. Экологическое обоснование гидроэнергетического строительства: Учебное пособие. Л: Издательство С.-Петербургского университета, 1992. 168 с.

¹⁶² Арефьев Н. В., Хрисанов Н. И. Экологическое обоснование гидроэнергетического строительства: Учебное пособие. Л: Издательство С.-Петербургского университета, 1992. 168 с.

¹⁶³ Волков С. Н. Землеустройство. Т. 3. Землеустроительное проектирование. Межхозяйственное (территориальное) землеустройство. М.: Колос, 2002. 382 с.

- установление размещения всех земель, относящихся к зоне воздействия водохранилища и строительства гидроузла, их границ по хозяйствам и районам зоны затопления, подтопления, мелководий, строительные площадки и др.;
- определение площадей (общие и по угодьям), составление экспликации по каждому землевладению (землепользованию) после нанесения границ предоставляемых земель, проектных экспликаций по категориям земель на каждый район, субъект РФ;
- нанесение на проектные планы границы подтопляемых исключаемых из состава землевладений земель, запрет на них нового строительства;
- установление местоположения населенных пунктов, производственных центров, дорог, мостов, линий связи и других объектов, существование которых на прежнем месте невозможно или теряет свое хозяйственное значение, решают вопрос об инженерной защите объектов;
- определение размеров убытков собственников, землевладельцев, землепользователей и арендаторов земельных участков, попадающих на преобразуемую территорию;
- подготовка предложений по снятию и использованию плодородного слоя почвы с затопляемых земель;
- разработка предложений по восстановлению нарушенных транспортных связей, мероприятий по охране природных ресурсов и окружающей среды, охраны объектов культуры и истории и т. п.
- разработка предложений по реорганизации существующих землепользований, расселению, определению затрат на эти мероприятия;

Данные, полученные в результате предпроектных и землеустроительных работ, позволяют определить количество и используемые площади участников водохозяйственного комплекса, получающих доход от создаваемого водохранилища и провести их численную оценку. В землеустроительных проектах необходимо так же уделять внимание мерам по повышению урожайности на существующих и вновь образуемых сельскохозяйственных угодьях, в том числе и при помощи внесения удобрений ¹⁶⁴, так же рассчитывать экономические показатели предоставления новых земель землепользования в том числе и на праве аренды ¹⁶⁵.

¹⁶⁴ Трушников В. Е. Исследование экономических показателей целесообразности переработки техногенных отходов фосфатно-магниевого сырья в проектах землеустройства // Горный информационно-технический бюллетень (научно-технический журнал). – 2013. - № 7. С. 264-269.

¹⁶⁵ Гарманов А. А, Баденко В. Л., Трушников В. Е. Оценка арендной платы земли в проектах землеустройства // Горный информационно-технический бюллетень (научно-технический журнал). – 2013. - № 8. С. 225-231.

3.2.2 Зарубежный опыт строительства, эксплуатации гидротехнических объектов и оценки их влияния на окружающую среду

Проблемы гидроэнергетического строительства и изучение его влияния на окружающую природную среду широко освещается и в работах зарубежных авторов. При этом огромное внимание в работах уделяется и социальным последствиям создания гидроузлов.

По разным оценкам от 40 до млн человек по всему миру было переселено при строительстве плотин, гидроэлектростанция и неразрывно связанным с ними созданием водохранилищ. Только в одном Китае с 1950 по 1990 годы было переселено более 10 млн человек.¹⁶⁶ Малые народы при этом страдают в непропорционально большой степени, так же как и женское население в некоторых странах Африки и Азии, где у женщин нет равных прав с мужчинами в том числе на водопользование и землепользование в районе возведения плотин и появления водохранилищ¹⁶⁷. Различного рода чрезвычайные ситуации, происходящие при строительстве и эксплуатации гидроузлов, тоже очень неблагоприятно сказываются на населении.

Крупным водохранилищам и их влиянию на окружающую среду уделено достаточно много внимания, поэтому в научной работе¹⁶⁸ проводилось исследование малых водохранилищ и дамб в бассейне реки Инг в Тайланде. Длина реки Инг около 260 км, она протекает по провинциям Пхаяу и Чианграй на севере Тайланда и впадает в реку Меконг. С 2002 по 2006 года Королевским департаментом ирригации в середине реки было построено 14 малых плотин. Образовавшиеся малые водохранилища позволяют орошать 5600 га сельскохозяйственных угодий.

Было проведено анкетирование жителей двух расположенных в местах сосредоточения плотин деревень (одна расположена в середине каскада плотин выше по течению, вторая – в конце каскада ниже по течению), использующих по 2 дамбы из каскада для орошения земель. Расположение провинций Пхаяу, Чианграй, плотин на реке Инг и деревень, в которых проводились опросы показаны на рисунке 3.2.10 (деревня А – выше по течению, В – ниже по течению).

¹⁶⁶ Ezugwu C. N. Dam Development and Disasters in Nigeria // International Journal of Engineering Research & Technology (IJERT). 2013. Vol. 2. № 9. P. 960-977.

¹⁶⁷ Там же

¹⁶⁸ Fung Z., Pomun T., Charles K., Kirchherr J. Mapping the social impacts of small dams: The case of Thailand's Ing River basin [Electronic Recourse] // Ambio. 2019. № 48. P. 180–191. <https://doi.org/10.1007/s13280-018-1062-7>

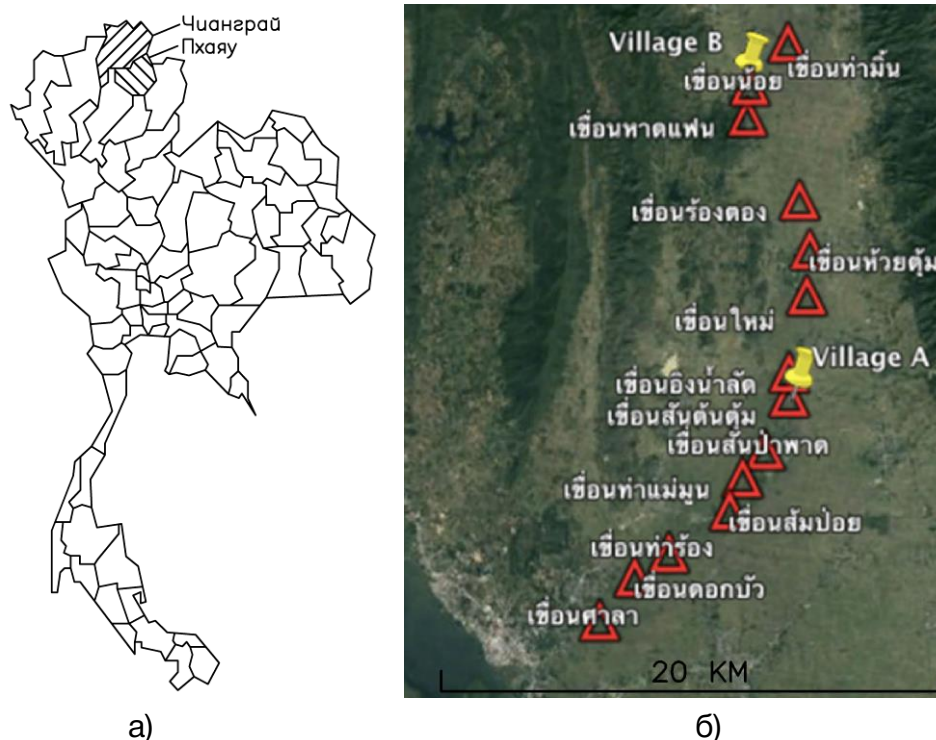


Рисунок 3.2.10. Расположение исследуемых в Тайланде плотин на реке Инг: а – провинции Чианграй и Пхаяу на севере Тайланда; б – плотины и деревни на реке Инг.

При анкетировании было выявлено следующее:

- периодическое затопление земель от паводков после сооружения дамб практически прекратились;
- увеличилось зарегулированное количество воды во всех водохранилищах;
- в деревне выше по течению значительно возрос доступ к ресурсам для орошения земель;
- в деревне ниже по течению отмечена неравномерность распределения водных ресурсов для орошения во времени;
- уменьшились запасы, а, следовательно, и уловы рыбы;
- в деревне выше по течению увеличилась водообеспеченность;
- около 70 % респондентов отметили рост урожайности в сельском хозяйстве и увеличение получаемого от земледелия дохода;
- участились конфликты из-за пропуска воды от деревни выше по течению к деревне ниже по течению ¹⁶⁹.

¹⁶⁹ Fung Z., Pomun T., Charles K., Kirchherr J. Mapping the social impacts of small dams: The case of Thailand's Ing River basin [Electronic Recourse] // Ambio. 2019. № 48. P. 180–191. <https://doi.org/10.1007/s13280-018-1062-7>

В работе иранских учёных кафедры гражданского строительства университета в провинции Хормозган ¹⁷⁰ отмечаются следующие социально-экономические последствия освоения земель в целях создания водохранилищ:

- ввиду затопления обширных территорий уничтожаются находящиеся на них деревни, что ведёт к оттоку населения в города и возникновению проблем с его трудоустройством;
- затопление дорожной сети и энергетической инфраструктуры, возникновение необходимости проложения кабелей по дну водохранилища;
- затопление возделываемых сельскохозяйственных угодий, как производственного базиса, что ведёт к потере рабочих мест;
- иногда между приехавшими для строительства гидротехнических сооружений рабочих и местным населением возникают конфликты;
- утрата каких-либо исторических мест или живописных ландшафтов в случае их попадания в зону затопления.

Так же выделяют и ряд негативных влияний на окружающую среду. В стоячей воде и на заболачиваемых ввиду подъёма уровня грунтовых вод землях начинают размножаться насекомые, что может приводить к очагам возникновения малярии в жарком климате. Изменяется качество воды, содержание минеральных веществ, температура. Изменяется фауна выше и ниже дамбы по течению. Большие водохранилища влияют на температуру воздуха в прилегающих районах. В то же время авторы не оспаривают ряд положительных последствий от строительства крупных гидроузлов¹⁷¹.

Выведены и рекомендации природоохранного характера по максимальному сокращению негативного влияния от создания водохранилищ во многом созвучные с выводами отечественных учёных:

- полноценное изучение произрастающих и проживающих в месте строительства животных;
- максимально возможное сокращение протяжённости дамб;
- максимально широкое вовлечение населения попадающей в зону строительства территории в публичные слушания по вопросам проектирования и строительства;

¹⁷⁰ Zare R., Kalantari B. Evaluating Negative Environmental Impacts Caused by Dam Construction // Urban Studies and Public Administration. Vol. 1. No. 1. 2018. P. 42-50.

¹⁷¹ Zare R., Kalantari B. Evaluating Negative Environmental Impacts Caused by Dam Construction // Urban Studies and Public Administration. Vol. 1. No. 1. 2018. P. 42-50.

- издание нормативно-правовых и законодательных актов по охране и рациональному использованию прилегающей к водохранилищу территории и самого водохранилища ¹⁷².

В совместной работе китайских учёных из Университета Цинхуа и Гонконгского университета науки и технологии и их американских коллег из Университета Маркетт ¹⁷³ в отдельном разделе упоминается о том, что водохранилища, гидротехнические объекты, гидроэлектростанции и плотины являются источниками повышенной опасности. В истории человечества катастрофы на плотинах и водохранилищах часто приводят к наносящим огромный материальный ущерб бедствиям, самое трагичное в которых – большое число человеческих жертв.

Разрушиться могут построенные с соблюдением всех строительных норм и правил плотины, а не только созданные с инженерными ошибками. Разрушение может быть вызвано чрезвычайными ситуациями, связанными со стихией: оползни, пожары, ураганы и т.п. Вне зависимости от причины прорыва плотины вниз устремляется большой поток воды огромной разрушительной силы.

В таблице 8 представлена часть крупнейших аварий на плотинах в мире с общим числом пострадавших более 4000 человек и экономическими ущербами от 1 до 100 млн. долл. ¹⁷⁴.

Малое количество жертв при катастрофе 1963 года в США объясняется тем, что начало разрушения плотины Болдуин-Хилс удалось вовремя обнаружить и произвести эвакуацию жителей из района катастрофы. Однако было разрушено 227 домов, а общий ущерб был оценён в 12 млн. долл ¹⁷⁵.

¹⁷² Там же

¹⁷³ Wang Z., Lee J., Melching C. S. River Dynamics and Integrated River Management. Berlin: Springer. 2015. 847 p.

¹⁷⁴ Wang Z., Lee J., Melching C. S. River Dynamics and Integrated River Management. Berlin: Springer. 2015. 847 p.

¹⁷⁵ Hamilton D. H., Meehan R. L. Ground Rapture in the Baldwin Hills // Science. 1971. Vol. 172. P. 333-334

Таблица 3.2.8.

Крупнейший аварии на гидротехнических объектах с 1802 по 1979 год

N п.п.	Водохранилище / дамба	Страна	Год	Число пострадавших
1	Пуэнте	Испания	1802	600
2	Саут Форк	США	1889	2200
3	Сент-Фрэнсис	США	1928	450
4	Вега-де-Тера	Испания	1959	144
5	Мальпасе	Франция	1959	421
6	Бабий Яр	СССР	1961	145
7	Вайонт	Италия	1963	3000
8	Болдуин-Хилс	США	1963	5
9	Семпор	Индонезия	1967	200
10	Буффало-Крик	США	1974	118
11	Мачу-2	Индия	1979	1800

Во время крупнейших катастроф на гидротехнических объектах Китая с 1959 по 1983 год были разрушены миллионы зданий и выведено из сельскохозяйственного оборота более 1 миллиона га угодий. В самой крупной катастрофе на дамбе Баньцяо в провинции Хэнань в 1975 году погибло 26 000 человек, было разрушено более 5 млн. зданий и строений, затоплено более 1 млн. сельскохозяйственных угодий ¹⁷⁶. На рисунке 3.2.11 представлено количество чрезвычайных происшествий на гидротехнических сооружениях и дамбах Китая с 1954 по 2003 год с распределением по годам ¹⁷⁷.

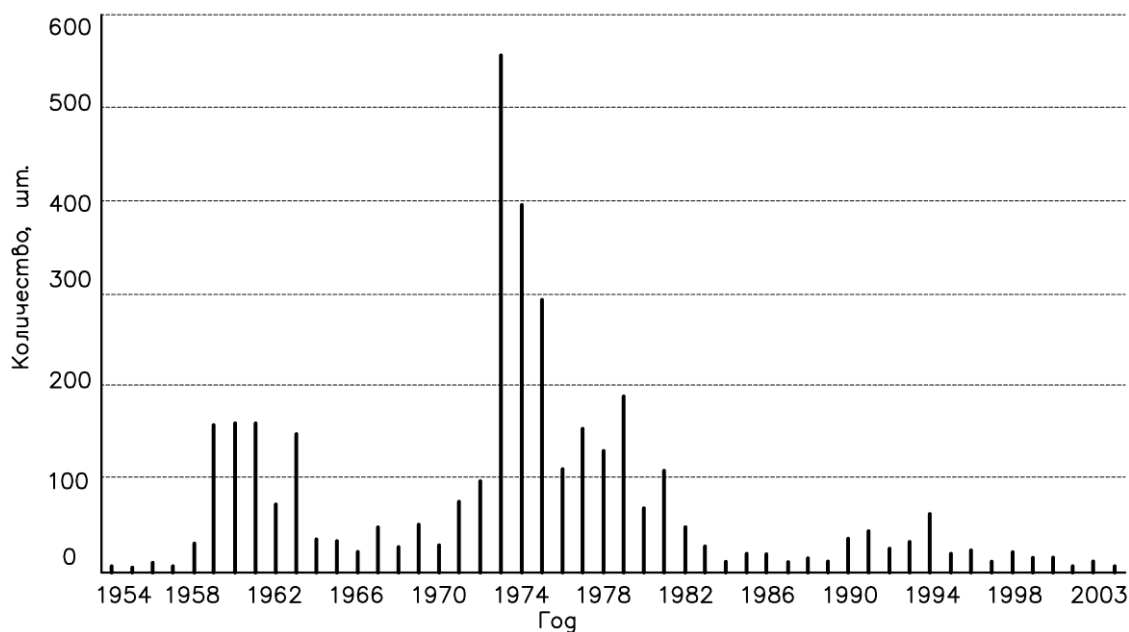


Рисунок 3.2.11. Количество чрезвычайных происшествий на гидроэнергетических объектах Китая с 1954 по 2003 год.

¹⁷⁶ Wang Z., Lee J., Melching C. S. River Dynamics and Integrated River Management. Berlin: Springer. 2015. 847 p.

¹⁷⁷ Wang Z., Lee J., Melching C. S. River Dynamics and Integrated River Management. Berlin: Springer. 2015. 847 p.

Около 60 % всех чрезвычайных происшествий на дамбах в Китае произошло в первый год их эксплуатации, то есть, другими словами, дамбы стояли до первой высокой воды. Если взять подобные данные для России, то выяснится, что также большинство аварий и чрезвычайных ситуаций (так же 60% от всего их числа) происходит в первые 10 лет эксплуатации. Дальше число аварий резко падает по мере дальнейшей эксплуатации ¹⁷⁸.

В почти во всех рассмотренных работах иностранных учёных ^{179, 180, 181} при рассмотрении вопросов негативного влияния создания водохранилищ и затопления лесов и другой растительности на окружающую природную среду отдельно указывается на выделение парниковых газов. Такой негативный эффект получается из-за гниения затопленной древесины и других зелёных насаждений на дне созданного искусственного водоёма. Предполагается ¹⁸², что вклад такого эффекта в глобальное потепление может составлять от 1 % до 28 %. Таким образом, автором ¹⁸³ заостряется внимание на спорности утверждения об экологической чистоте гидроэнергетики и отсутствии выбросов газов от её работы в атмосферу. В то же время утверждается ¹⁸⁴, что от гидроэнергетического освоения реки Янцзы в Китае и возведении там каскада ГЭС, получаемая электрическая энергия позволяет не сжигать ежегодно несколько десятков миллионов тонн угля, что в среднесрочной и долгосрочной перспективе сказывается положительно на сокращении выбросов парниковых газов. Также не смотря на однозначно установленное выделение огромного количества углекислого газа на водохранилищах на реке Нил, исследованиями не установлено никаких вызванных этим явлением негативных последствий на прилегающих территориях ¹⁸⁵.

Выводы

Не смотря на все свои плюсы, гидроэнергию нельзя считать «дармовой». Строительство гидроэлектростанций и создание связанных с ними водохранилищ приводит к значительной трансформации и преобразованию

¹⁷⁸ Там же

¹⁷⁹ Ezugwu C. N. Dam Development and Disasters in Nigeria // International Journal of Engineering Research & Technology (IJERT). 2013. Vol. 2. № 9. P. 960-977.

¹⁸⁰ Zare R., Kalantari B. Evaluating Negative Environmental Impacts Caused by Dam Construction // Urban Studies and Public Administration. Vol. 1. No. 1. 2018. P. 42-50.

¹⁸¹ Wang Z., Lee J., Melching C. S. River Dynamics and Integrated River Management. Berlin: Springer. 2015. 847 p.

¹⁸² Ezugwu C. N. Dam Development and Disasters in Nigeria // International Journal of Engineering Research & Technology (IJERT). 2013. Vol. 2. № 9. P. 960-977.

¹⁸³ Там же

¹⁸⁴ Wang Z., Lee J., Melching C. S. River Dynamics and Integrated River Management. Berlin: Springer. 2015. 847 p.

¹⁸⁵ Zare R., Kalantari B. Evaluating Negative Environmental Impacts Caused by Dam Construction // Urban Studies and Public Administration. Vol. 1. No. 1. 2018. P. 42-50.

территорий. Поэтому указанная деятельность должна сопровождаться в полном объёме землеустроительными работами и учитываться в федеральных информационных ресурсах. Влияние создаваемых водохранилищ на окружающую природную среду должно быть в полной мере учтено, а ущербы рассчитаны, как на стадии предпроектных наборок, так и при технико-экономическом обосновании строительства. Основные виды ущербов, методики расчёта которых предложены и разработаны: затопление и подтопление земель; ликвидация лесных массивов, полезных ископаемых и сельскохозяйственных угодий; исчезновение представителей флоры и фауны; негативное воздействие на рыбное хозяйство; акустическое загрязнение и загрязнение водоёмов от сброса биогенных и загрязняющих веществ.

Должны быть проведены расчёты по определению необходимости и целесообразности лесосводки, лесочистки, обвалованию и землеванию сельскохозяйственных угодий в прибрежных районах. Вместе с тем, должны быть спрогнозированы и рассчитаны потенциальные прибыли получаемые пользователями смежных земель от создания комплексного гидроузла, так как строительство водохранилищ, несомненно, выгодно для экономики, производства и хозяйственной деятельности.

В зарубежных исследованиях широко освещаются социальные последствия строительства как крупных, так и малых водохранилищ. Социальные последствия оцениваются скорее, как негативные. При анализе количества катастроф и чрезвычайных происшествий, связанных с эксплуатацией дамб, выявлена закономерность: наибольшей аварийности подвержены плотины в первые годы своего существования. Поднимается дискуссионный вопрос о количестве выделяемых парниковых газов при затоплении залежённых земельных участков и земель, занятых растительностью. На примере конкретных гидроузлов пагубное влияние на прибрежную зону выделяемых газов не показано.

Глава 3.3. Эколого-древесиноведческие исследования качества древесины в лесных экосистемах Вологодской области

Качество древесного сырья является одновременно его технической и экономической характеристикой. В странах Европы, Северной Америке, Японии внедрены долгосрочные программы целевого выращивания древесины, предусматривающие доступные для лесовода-практика методы, основанные на правильном выборе выращиваемой древесной породы, оптимальном расположении растений по площади, своевременном проведении лесоводственных уходов. Опыт этих стран показывает, что повышение качества древесины обеспечивает значительный экономический эффект.

Чем дороже готовое изделие, тем выше требования предъявляемые к сырью, из которого оно изготавливается. Применительно к древесине, это, прежде всего, относиться к сучковатости.

Установленные математические зависимости между показателями сучковатости и параметрическими характеристиками древесных стволов позволяют технически упростить процедуру оценки качества древесных стволов в процессе лесовыращивания.

Использование при разработке и внедрении программ целевого выращивания древесины обоснованных выводов позволит уменьшить сучковатость древесных стволов и тем самым повысить их качество.

Исследования проводили в культурах сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris*) и ели европейской (*Picea abies*) путём их предварительных рекогносцировочных обследований с последующей закладкой пробных площадей.

Закладке и таксации пробных площадей предшествовали работы по изучению истории создания и выращивания лесных культур на основе материалов отчётности лесхозов и лесничеств. Производился сбор всех имеющихся материалов о подлежащих изучению культурах.

Теоретической основой при обследовании лесных культур служили различные научные рекомендации¹⁸⁶. При закладке, таксации пробных площадей и расчетах таксационных показателей древостоев использованы положения ОСТ 56-69-83. Перечет на пробной площади проводили по породам (элементам леса), ступеням толщины. Степень толщины выбиралась в зависимости от глазомерно определенного среднего диаметра элемента леса. Для определения средней высоты элемента леса измеряли высоты у 20-25

¹⁸⁶ См.: Агроклиматические ресурсы Вологодской области [Текст] Л., 1972. С. 85.

деревьев, отобранных методом пропорционально-ступенчатого представительства. Одновременно определялся диаметр ствола на высоте 1,3 м. У сопутствующих пород (менее 3 единиц в составе) измерялась высота 3-5 деревьев.

Возраст древостоя определялся во время подготовительных работ на основании изучения специальной литературы и имеющейся в лесничестве документации⁴. При необходимости возраст уточнялся путем подсчета годичных слоев на образце, взятом возрастным буравом или на пне после спиливания модельного дерева.

На каждом из участков замеряли 11-15 расстояний между рядами и посевными (посадочными) местами в ряду, что позволило уточнить первоначальную густоту культур.

Изучение лесовосстановительных процессов под пологом древостоя проводили на учетных площадках размером 2х5 м, расположенных по диагонали пробной площади. На площадках вели сплошной пересчет жизнеспособного подроста с подразделением его по породам и категориям крупности.

Для изучения живого напочвенного покрова равномерно по участку закладывались учетные площадки размером 1х1 м. При этом живой напочвенный покров учитывался по ярусам, для каждого из которых указывалось обилие отдельных растений по шкале Друде.

Тип леса определялся по классификации В.Н. Сукачева (1930). Эта лесная типология находит широкое применение и в настоящее время на территории рассматриваемого региона, что и послужило основанием для ее применения.

Для уточнения типа леса на опытных участках в наиболее типичном месте закладывался почвенный разрез глубиной 1,5-2,0 м, длиной 1,2-1,5 м, шириной 0,7-0,8 м. Типичность участка уточнялась предварительно путем закладки почвенных прикопок глубиной до 50 см, вскрывающих 3-4 горизонта.

Данные сплошного перечёта позволили определить средний диаметр древостоя статистическим способом, высоту - графическим и абсолютную полноту древостоя, а использование «Стандартной таблицы сумм площадей поперечных сечений и запасов древостоя при полноте 1» - относительную полноту и запас стволовой древесины на 1 га.

Относительная полнота (Р) вычислена по формуле:

⁴ См.: Бабич, Н.А. Культуры ели Вологодской области [Текст] / Н.А. Бабич, Н.П. Гаевский, О.А. Конюшатов // Вологодское управление лесами; АГТУ Архангельск, 2000. С. 60.

$$P = \Sigma G_d / \Sigma G_n, \quad (1)$$

где ΣG_d – сумма площадей сечений таксируемого древостоя, m^2 ;

ΣG_n – сумма площадей сечений нормального ($P=1,0$) древостоя, m^2 .

Запас стволовой древесины (M , $m^3/га$) рассчитан по формуле:

$$M = M_n P, \quad (2)$$

M_n – запас стволовой древесины при полноте 1,0.

Запас в молодняках рассчитывался на основании «таблицы определения запасов в молодняках с разными полнотами».

Класс бонитета установлен по шкале В.И. Левина, на основании определенной графическим методом средней высоты и возраста древостоя.

Материалы закладки и таксации пробных площадей позволили получить объективную информацию о лесоводственно-таксационных параметрах исследуемых насаждений, обосновать выбор модельных и учётных деревьев для оценки сучковатости древесных стволов.

На учётных деревьях (не менее 15 шт. с пробы), отобранных методом пропорционально-ступенчатого представительства, измерялась протяженность бессучковой зоны, зоны с сухими сучками, живой кроны с одновременным определением таксационного диаметра ствола, высоты.

За пределами пробной площади отбиралось не менее 15 модельных деревьев методом пропорционально-ступенчатого представительства.

Модельное дерево спиливали на уровне корневой шейки, затем рулеткой измеряли общую длину дерева ствола, и точный диаметр на высоте 1,3 м. На каждом модельном дереве, кроме того, замеряли протяженность бессучковой зоны, зоны с сухими сучками и живой кроной с точностью до 0,1 м. Ствол модельного дерева делили на двухметровые секции. Отдельно для каждой секции подсчитывалось количество сучьев с указанием их состояния (живые, мёртвые), замерялся диаметр у основания сучков электронным штангенциркулем марки ШПЦ - III – 400 с точностью 0,01 см (рис. 3.3.1)



Рисунок 3.3.1. Замер диаметра у основания сучка с помощью электронного штангенциркуля марки ШПЦ - III – 400.

Анализ результатов исследований основан на системном подходе с использованием методов вариационной статистики.

Статистические показатели вариационного ряда определены непосредственным способом с использованием компьютерных программ «Microsoft Excel», Curve Expert 1,3.

Для определения достоверности различий средних значений двух выборок использован фактический коэффициент ($t_{\text{факт.}}$):

$$t_{\text{факт.}} = \frac{M_1 - M_2}{\sqrt{m_1^2 + m_2^2}} \geq t_{st.}, \quad (3)$$

где M_1 , M_2 – средние значения соответственно первой и второй выборок;
 m_1^2 , m_2^2 – основные ошибки.

Меры связи взаимозависимых статистических величин установлены посредством вычисления коэффициента корреляции при прямолинейной, и,

корреляционного отношения – при нелинейной зависимости. Оценка тесноты связи выполнена с учетом положений классификации М.Л. Дворецкого (1971). Выравнивание опытных данных проведено по способу наименьших квадратов посредством применения регрессионного анализа. При этом рассматривались следующие основные модели регрессии:

– линейная

$$y = a + bx; \quad (4)$$

– параболическая квадратная

$$y = a + bx + cx^2; \quad (5)$$

– параболическая кубическая

$$y = a + bx + cx^2 + dx^3; \quad (6)$$

– логарифмические

$$y = a + b \lg x; \quad y = a + bx + c \lg x; \quad (7, 8)$$

– показательная

$$y = ab^x; \quad (9)$$

– степенная

$$y = ax^b; \quad (10)$$

– гиперболические

$$y = a + \frac{b}{x}; \quad y = a + \frac{b}{x^c}, \quad (11, 12)$$

где a, b, c, d – коэффициенты регрессии.

Сила статистического влияния и достоверность действия изучаемых факторов на результативный признак определены методом дисперсионного анализа. При этом общая дисперсия (D_o), вызывающая изменчивость результативного признака, разделялась на факториальную (D_{ϕ}) и случайную (D_c):

$$D_o = D_{\phi} + D_c. \quad (13)$$

Показатель силы влияния фактора (η^2) на результативный признак вычислен как отношение факториальной дисперсии к общей, показатель достоверности влияния - по критерию Фишера (F), как отношение факториальной и случайной дисперсий.

Выполненный статистический анализ позволил объективно оценить полученные результаты и сделать обоснованные выводы с определенной степенью достоверности.

При изложении материала, кроме выше указанных, использованы общепринятые условные обозначения:

Д - средний диаметр древостоя, см;

Н - средняя высота древостоя, м;

N - густота культур, шт./га;

$P_{\text{абс.}}$ - абсолютная полнота, м²/га;

$P_{\text{отн.}}$ - относительная полнота;

A - средний возраст древостоя, лет;

M - запас стволовой древесины, м³/га;

C - коэффициент изменчивости, %;

m_x - ошибка среднего значения;

t_1 - достоверность среднего значения;

$t_{0,05}$ - $t_{0,01}$ – стандартное отклонение по Стьюденту;

$t_{\text{факт}}$ - фактическое значение различий между показателями;

r - коэффициент корреляции;

η - корреляционное отношение;

S - ошибка уравнения.

F - критерий Фишера

Объекты исследований представлены культурами сосны и ели кисличного, брусничного, черничного и лишайникового типов леса, расположенными на территории Вологодской области.

Культуры созданы посадкой семян и саженцев. Обработка почвы при создании культур заключалась, в основном, в измельчении и перемешивании подстилки и дернины с минеральными горизонтами на глубину до 15 см на площадках размером до 0,25 м². Работы проводились вручную с использованием мотыг и лопат. Первоначальная густота исследованных культур составляла от 750 до 6250 шт./га.

При подборе объектов (участков) исследований соблюдался принцип репрезентативности.

Исследованиями охвачены преимущественно кисличные типы леса. Они занимают низкие части пологих склонов и равнинные участки с ослабленным дренажем. Микрорельеф выражен слабо. Под пологом древостоя, как правило, развивается подрост ели. В живом напочвенном покрове

основной фон создает кислица, черника, брусника. Почвы на участках средне- и сильноподзолистые, а также подзолы, песчаные, супесчаные или легкосуглинистые, подстилаемые суглинками и глинами.

Приведем описание почвенного шурфа, заложенного в 60-летних культурах сосны (кисличный тип лесорастительных условий), созданных посадкой. Рельеф участка - равнинный. В живом напочвенном покрове преобладает кислица.

A₀ - (0-3 см) - лесная подстилка, бурая, в нижней части тёмно-бурая, свежая, состоит из хвойного опада, мёртвой древесной и кустарниковой растительности, в верхней части рыхлая, снизу слегка уплотнённая, густо пронизана корнями растений и мицелием грибов. Переход в горизонт A₁ ясный.

A₁ - (3-5 см) - гумусовый горизонт, чёрно-серый, бесструктурный, рыхлый, слегка влажный, средний суглинистый. Переход в следующий горизонт резкий по неровной линии.

A₂ - (5-10 см) - подзолистый горизонт, серо-коричневый, бесструктурный, слегка влажный, среднесуглинистый, с переходом в следующий горизонт по неровной линии языками и натеками.

B₁ - (10-28 см) - глинистый горизонт, влажный, коричневый с серыми оттенками, переход в следующий горизонт ясный по неровной линии.

B₂ - (28-70 см) - глинистый горизонт, коричневый, мокрый, бесструктурный.

C - (70 см и глубже) - материнская порода, горизонт коричневого цвета, комковатой структуры, плотный, сырой, глинистый.

Наименование почвы: дерново-подзолистая, среднесуглинистая, влажная, развивающаяся на суглинке, подстилаемая глиной.

Приведем описание почвенного шурфа, заложенного в 53-летних посадках ельника кисличного (рис. 3.3.2). Рельеф участка равнинный. Живой напочвенный покров - кислица, местами черника.

A₀ (0 - 4 см) - лесная подстилка, состоит из опада листвы и хвои, тёмно-серого цвета, влажная. Переход в горизонт A₁ - резкий.

A₀A₁ (4 - 9 см) - аккумулятивный горизонт, тёмно-серого цвета, влажный, среднесуглинистый. Имеет комковатую структуру. Горизонт пронизывают корни древесных и травянистых растений. Переход в горизонт A₂ - резкий.

A₂ (9 - 17 см) - подзолистый горизонт, белесого цвета с вкраплениями ржавчины, бесструктурный, влажный, суглинистый. Встречаются корни растений. Переход в горизонт B₁ - ясный подтеками.

A₂B₁ (17 – 24 см) – иллювиальный горизонт, светло-охристого цвета с белесыми проточинами, влажный, представлен тяжёлым суглинком. Переход в горизонт B₂ – резкий.

B₂ (24 – 75 см) – горизонт кирпичного цвета с вкраплениями чёрного и светло-жёлтого известняка, влажный, тяжело-суглинистый. Переход в горизонт C – постепенный.

C (75 см и глубже) – материнская порода, представлена известняком светло-жёлтого цвета, влажным, плотным.

Почва – слабоподзолистая тяжелосуглинистая на покровном карбонатном суглинке.



Рисунок 3.3.2. - Ельник кисличный

В среднем для ели: Д – 16,3 см, Н – 19,1 м, А – 53 лет,
Р_{отн.} – 0,71, М – 245 м³/га

В данном разделе изложена общая характеристика исследованных участков. Подробная характеристика объектов исследования, включая технологию создания лесных культур и лесоводственно-таксационную характеристику насаждений, изложена в соответствующих разделах диссертационной работы.

В процессе сбора экспериментального материала заложено 33 пробные площади в культурах сосны обыкновенной и ели европейской, с выполнением на них комплекса лесоводственно-таксационных исследований.

При сплошных перерешетах на пробных площадях обмеряно 4730 стволов сосны, 5638 - ели, 4572 - березы, 837 - осины, 243 - ольхи и 172 - ивы. Измерены высоты у 799 деревьев.

Развитие возобновительных процессов и ботанический состав живого напочвенного покрова исследовано на 269 учетных площадках.

На участках замеряно 430 расстояний между рядами и посевными (посадочными) местами в ряду.

Для уточнения возраста культур отобрано 84 керна.

В общей сложности заложено 20 почвенных разрезов, выполнено морфологическое описание 130 генетических горизонтов.

Параметры сучковатости древесных стволов изучены при детальном обследовании 414 модельных деревьев, из них: ель - 195 шт., сосна - 229 шт. При этом обмеряны диаметры у основания 43,7 тыс. сучков. Произведены замеры различных зон ствола у 935 учётных деревьев.

Выполненный объем исследований позволил с определенной степенью достоверности провести статистический анализ экспериментальных данных и сделать научно-обоснованные и достоверные выводы.

Влияние полноты древостоя на сучковатость стволов сосны

В зависимости от полноты меняется микроклимат в лесу, и в связи с этим, ход процессов очищения стволов от сучков.

Роль полноты в формировании сучковатости стволов сосны рассмотрена нами на примере культур, созданных посадкой семян сосны в брусничном типе лесорастительных условий Устюженского района (табл. 3.3.1, рис. 3.3.3). Первоначальная густота культур составляла 3,2-4,0 тыс. шт./га. В напочвенном покрове доминирует брусника. Подрост представлен елью (в среднем 550 шт./га). Уходы в культурах ранее не проводились. Почва на участке: дерново-подзолистая, иллювиально-железистая, супесчаная подстилаемая суглинком.

Таблица 3.3.1

Средние таксационные показатели исследованных культур сосны (А=56-58 лет)

Состав	Густота шт./га		Сохранность, %	Средние		Бонитет	Полнота		М, м ³ /га
	первоначальная	в настоящее время		Д, см	Н, м		Р _{абс} м ² /га	Р _{отн}	
10С	4000	1220	31,0	22,2	20,8	I	0,98	25,3	336,0
10С	3200	830	24,0	17,4	20,5	I	0,60	16,8	179,0

К настоящему времени на участках сформировались чистые по составу древостои I класса бонитета, отличающиеся полнотой и густотой. Сохранность по числу стволов в культурах составляет 23-32%. Запас древесины в исследуемых культурах составила в среднем 179 и 336 м³/га.



Рисунок 3.3.3. Культуры сосны (Вологодская область, Устюженский район).
Средние по сосне: $D - 22,2$ см, $H - 20,8$ м, $P_{отн.} - 0,98$, $M - 336$ м³/га.

Сущность опыта отражают различия в полноте древостоев: на участках с полнотой 1,0 следует считать высокополнотными, 0,6 - среднеполнотными по существующей классификации.

Результаты исследований показывают, что протяжённость бессучковой зоны ствола увеличивается с повышением полноты древостоя с 1,4 до 2,4% (с 0,3 до 0,5м). Различия доказаны статистически ($t_{факт.} = 3,3$; $t_{0,01} = 2,7$). Процесс очищения от сучков нижней части ствола происходит интенсивнее в культурах высокой полноты. С уменьшением полноты существенно увеличивается изменчивость показателя бессучковой зоны (с 29,0 до 40,0%).

Таблица 3.3.2

Протяженность различных зон ствола в древостоях различной полноты

Классификация древостоя по полноте	Протяженность зон ствола, м/%		
	без сучков	с сухими сучками	с живыми сучками
Высокополнотный	$0,5 \pm 0,04$ 2,4	$13,8 \pm 0,7$ 66,7	$6,4 \pm 0,7$ 30,9
Среднеполнотный	$0,3 \pm 0,04$ 1,4	$14,2 \pm 0,6$ 66,4	$6,9 \pm 0,7$ 32,2

При снижении полноты до 0,6-0,7 процесс отмирания и опадения сучьев сильно ослабевает.

Результаты дисперсионного анализа позволили выявить определённую степень влияния полноты древостоя на протяженность зоны без сучков (табл. 3.3.3).

Таблица 3.3.3

Дисперсионный анализ влияния полноты на протяжённость
бессучковой зоны

Разнообразие признаков	Сумма квадратов отклонений	Степень свободы	Варианса	Показатель силы влияния и его достоверность
Факториальное (межгрупповое)	0,231	2	0,115	$\eta^2 = 0,13 \pm 0,04$; $F = 3,3$; $F_{0,05} = 3,2$
Случайное (внутригрупповое)	1,489	42	0,035	
Общее	1,720	44	-	

В 13 случаях из 100 протяжённость бессучковой зоны ствола определяется полнотой древостоя.

Формирование живой кроны и зоны с сухими сучками на стволах сосны в культурах различной полноты происходит относительно однообразно. Протяженность живой кроны составляет 30,9-32,2% ($t_{\text{факт.}} = 0,5$; $t_{0,05} = 2,04$) и существенно не зависит от полноты древостоя. В обоих вариантах наблюдается средняя изменчивость признака ($C = 26,0-29,0\%$).

Значительную часть ствола дерева, независимо от полноты древостоя, занимает зона с сухими сучьями (66,4-66,7%). Вариация признака средняя ($C = 15,0-20,0\%$). Достоверных различий между выборочными средними не выявлено ($t_{\text{факт.}} = 0,5$; $t_{0,05} = 2,0$).

Для высокополнотных древостоев чётко прослеживается высокая прямо-пропорциональная связь между протяжённостью зоны с сухими сучками и высотой ствола ($r = 0,792 \pm 0,1$; $t_1 = 7,9$), аппроксимируемая

уравнением прямой (рис. 4). Протяжённость зоны с сухими сучками в сред-неполнотном древостое с высотой слабо коррелирует ($r = 0,284$).

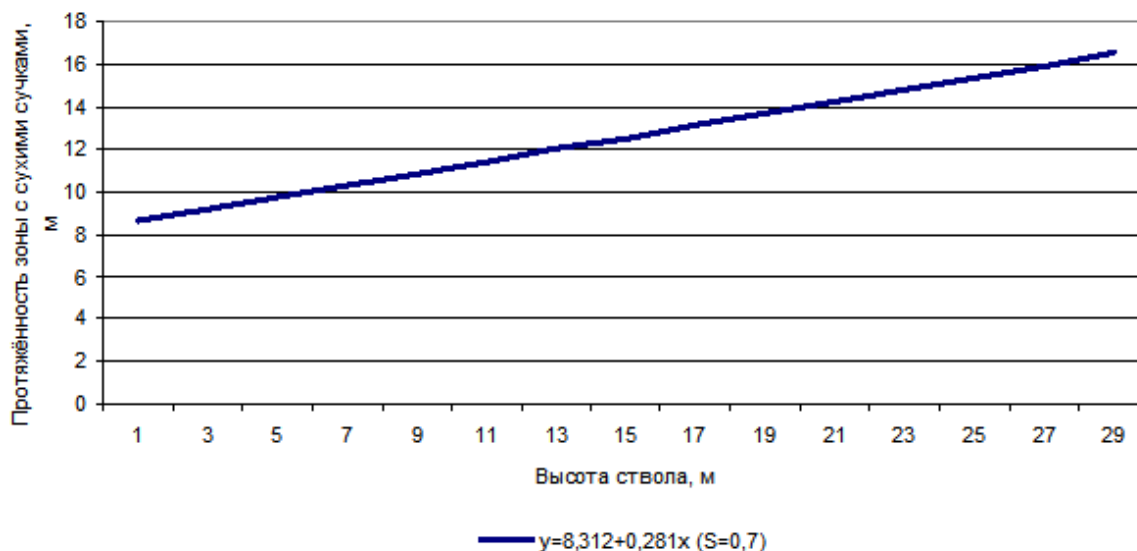


Рисунок 3.3.4. Связь протяжённости зоны с сухими сучками (y , м) с высотой ствола (x , м) сосны в высокополнотных древостоях

Выявленная взаимосвязь является свидетельством того, что с увеличением высоты древостоя наиболее активно происходит процесс отмирания живых ветвей, что вызывает увеличение протяжённости зоны с сухими сучками.

Протяжённость живой кроны в высокополнотном культурценозе в значительной степени коррелирует с диаметром ствола на высоте 1,3 м ($r = 0,924 \pm 0,11$; $t = 9,24$). Аналогичная закономерность выявлена в низкополнотном древостое, в котором связь проявляется умеренно ($r = 0,424$).

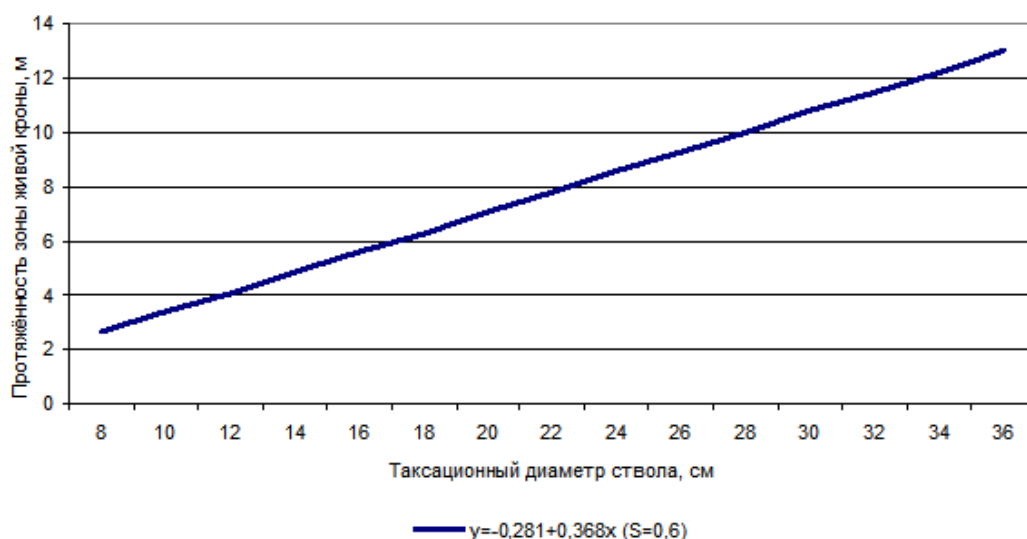


Рисунок 3.3.5. Связь протяжённости живой кроны (y , м) с таксационным диаметром стволов (x , м) сосны в древостоях с полнотой 1,0.

На основе всего выше сказанного следует заключить, что полнота древостоя наряду с другим показателями, является фактором, определяющим степень очищения стволов от сучьев. При увеличении полноты древостоя от 0,6 до 1,0 существенно возрастает протяжённость бессучковой зоны на стволах стволов сосны, поэтому процесс самоизреживания крон протекает более интенсивно. В высокополнотных древостоях с большей протяжённостью бессучковой возможно получение более качественных сортиментов с точки зрения сучковатости.

Параметры сучковатости стволов во многом определяются освещённостью отдельных деревьев в древостое. Изменчивость показателя освещённости, наряду с другими факторами, может быть обусловлена наличием в древостое сопутствующих древесных пород, участие которых в значительной степени стимулирует отмирание и опадение сучьев. На этот факт указывали в своих работах ряд исследователей.

Роль примеси различных древесных пород в формирование сучковатости стволов сосны исследована нами в культурах, созданных посадкой саженцев сосны в кисличном типе лесорастительных условий Грязовецкого и Череповецкого районов. Первоначальная густота культур составляла 4,0-4,5 тыс. шт./га. В напочвенном покрове на участках доминирует кислица. Подрост представлен елью (в среднем 570 шт./га), подлесок – рябиной (320 шт./га). Уходы в культурах не проводились. Почвы: дерново-подзолистые,

среднесуглинистые, влажные, развивающиеся на суглинке, подстилаемом глиной.

Таксационная характеристика исследованных культур представлена в таблице. 3.3.4

К настоящему времени на участках культур сформировались чистые и смешанные по составу древостои I класса бонитета. Сохранность в культурах составляет 11-21,4%. Запас по главной породе увеличивается согласно её представительству в составе от 220 до 328 м³га.

Таблица 3.3.4

Средние таксационные показатели исследованных культур сосны

Состав	Густота шт./га		Сохранность, %	Средние		А, лет	Бонитет	Полнота		М, м³/га
	первоначальная	в настоящее время		Д, см	Н, м			Р _{абс} м²/га	Р _{отн}	
10С	4500	962	21,4	23,1	24,5	64	I	0,67	17,53	328,0
8С	4000	805	20,1	23,2	22,6	62	I	0,62	17,08	260,0
2Б				16,8	19,0			0,19	2,69	59,0
Итого								0,81	19,77	319,0
8С	4200	833	21,0	22,4	23,2	60	I	0,58	17,32	238,0
2Е				12,0	13,7			0,21	2,82	60,0
+Б				18,3	20,8			0,04	0,91	7,0
Итого								0,83	21,05	305,0
5С	4000	430	11,0	23,6	22,8	63	I	0,64	17,35	220,0
5Е				17,3	20,5			0,60	16,29	169,0
Итого								1,24	33,64	389,0

Параметры сучковатости стволов сосны, формирующейся в древостоях различного состава, представлены в табл. 3.3.5

Таблица 3.3.5

Параметры сучковатости стволов сосны в древостоях различного состава

Состав древо- стоя	Протяженность зон ствола, м/%			Количество сучков на 1 п.м., шт.	Диаметр у основа- ния сучков, см		Площадь поверхности ствола, занятая сучками, м²/п.м.
	без суч- ков	с сухими сучками	живая крона		сред- ний	макси- мальный	
10С	$\frac{1,0 \pm 0,06}{4,1}$	$\frac{16,8 \pm 0,5}{68,3}$	$\frac{6,1 \pm 0,5}{27,6}$	Нет данных			
8С2Б	$\frac{0,83 \pm 0,04}{3,7}$	$\frac{14,2 \pm 0,6}{63,1}$	$\frac{6,9 \pm 0,6}{33,2}$	9,4±0,04	1,7±0,01	4,0	21,3±0,1
8С2Е+Б	$\frac{0,80 \pm 0,04}{3,5}$	$\frac{14,2 \pm 0,5}{61,2}$	$\frac{6,9 \pm 0,5}{35,3}$	8,9±0,04	1,7±0,01	5,4	20,2±0,1
5С5Е	$\frac{1,2 \pm 0,06}{5,3}$	$\frac{17,5 \pm 0,4}{68,4}$	$\frac{6,0 \pm 0,4}{26,3}$	7,3±0,04	1,8±0,01	3,8	18,6±0,1

Относительная протяжённость бессучковой зоны у сосны изменяется в пределах 3,5-5,3%. Наибольший показатель её отмечен в древостое 5С5Е. Достоверность различий доказана между всеми вариантами, кроме 8С2Б и 8С2Е+Б ($t_{\text{факт}} = 0,5$; $t_{0,05} = 2,0$). Вариация признака увеличивается с возрастанием доли примеси естественного возобновления от 20 до 46%.

Опубликованные нами ранее результаты исследований сучковатости сосны в лесных культурах подзоны южной тайги подтверждают выше сказанное.

Независимо от состава древостоя протяжённость бессучковой зоны ствола слабо взаимосвязана с высотой и таксационным диаметром ствола дерева ($r = 0,120-0,254$). Связь аппроксимируется уравнением прямой.

Значительную часть высоты ствола занимает зона с сухими сучьями (61,2-68,4 %). Этот показатель имеет среднюю вариацию, возрастающую с 12 до 25% с увеличением примеси естественного возобновления. Достоверность различий между выборочными средними доказана ($t_{\text{факт}} = 2,1$; $t_{0,05} = 2,0$), кроме 8С2Б и 8С2Е+Б ($t_{\text{факт}} = 0,5$; $t_{0,05} = 2,0$).

Связь зоны с сухими сучками и диаметром ствола и его высотой умеренная по тесноте ($r = 0,351-0,367$), имеет прямо-пропорциональную направленность.

В исследуемых древостоях протяжённость живой кроны составляет 26,3-35,3%, однако достоверность различий не выявлена ($t_{\text{факт.}} \leq 1,4$; $t_{0,05} = 2,0$), наибольшее её значение наблюдается при составе

древостоя 8С2Е и 8С2Б+Е. Вариация этого показателя большая ($C = 36-40$).

Во всех вариантах отмечена тесная взаимосвязь с диаметром ствола и его высотой ($r = 0,548-0,602$), аппроксимируемая уравнением прямой.

Результаты исследований показывают, что количество сучков на 1 п.м. ствола изменяется в зависимости от состава древостоя. В рассмотренных вариантах их количество составляет в среднем 7-9 шт./1 п.м. ствола, причем этот показатель уменьшается с увеличением примеси естественного возобновления. Этот факт подтверждается статистически ($t_{\text{факт}} \geq 8,3$; $t_{0,01} = 2,7$).

Число сучков в древостое состава 5С5Е имеет значительную по тесноте связь с высотой ствола ($r = -0,623$) и умеренную связь с таксационным диаметром ствола ($r = -0,423$). В других вариантах состава число сучков слабо умеренно коррелирует с высотой и диаметром ствола на 1,3 м ($r = -0,311-0,452$). Во всех случаях связь обратно-пропорциональная, более чётко наблюдаемая в сосняках с меньшей долей естественного возобновления.

В зависимости от варианта показатель среднего диаметра у основания сучков подвержен средней изменчивости ($C = 16-22\%$). Наибольшее значение среднего диаметра у основания сучков (1,8 см) наблюдается в древостое с наименьшей долей культивируемой породы в составе (5С5Е), что подтверждено статистически ($t_{\text{факт}} \geq 3,4$ при $t_{0,05} = 2,0$). Выявлено, что в исследуемых древостоях диаметр у основания сучка находится в высокой связи ($r = 0,750-0,830$) с таксационным диаметром ствола дерева (табл. 6).

Таблица 3.3.6

Модели регрессионной зависимости среднего диаметра сучьев от таксационного диаметра ствола сосны в лесных культурах

Состав древостоя	r	Вид уравнения	S
8С2Б	$0,870 \pm 0,1$	$y = 0,453x + 0,078x^2$	0,2
8С2Е+Б	$0,845 \pm 0,1$	$y = 0,446x + 0,087x^2$	0,2
5С5Е	$0,750 \pm 0,1$	$y = 0,688x + 0,071x^2$	0,2

С увеличением толщины дерева на высоте 1,3 м закономерно возрастает диаметр у основания сучка. У самых крупных по таксационному диаметру деревьев наблюдаются самые толстые сучки.

Между средним диаметром сучков и высотой ствола выявлена значительная прямо-пропорциональная взаимосвязь во всех вариантах ($r = 0,522-0,620$). Наиболее тесная связь отмечена в чистых сосняках.

Максимальный диаметр сучков достигает 3,8-5,4 см и изменяется в зависимости от состава древостоя. Наибольший его показатель характерен для древостоя составом 8С2Е+Б. Регрессионный анализ позволил выявить значительную связь этого показателя с таксационным диаметром ствола во всех рассматриваемых вариантах ($r = 0,509-0,653$) и умеренную связь с высотой ствола ($r = 0,304-0,470$). Более чётко связь с диаметром и высотой ствола прослеживается в древостоях состава 10С.

С учетом допусков по максимальным значениям диаметров сучков для лесоматериалов различной крупности в рассмотренных культурах сосны не зависимо от их состава на данном этапе возможно получение сортиментов I и II сорта.

Полученные результаты свидетельствуют о формировании больших диаметров сучков при меньшем их количестве при составе древостоя 5С5Е. В связи с тем определена площадь, занятая сучками на единице длины ствола, как наиболее информативный показатель. Этот параметр возрастает с уменьшением примеси естественного возобновления с 18,6-21,3 см² (С = 11-18%). Достоверность различий между выборочными средними доказана ($t_{\text{факт.}} \geq 7,9$; $t_{0,01} = 2,7$).

Подводя итог выше сказанному необходимо отметить, что в древостоях с составом 5С5Е возможно получение древесных стволов сосны с большей протяжённостью бессучковой зоны и наименьшей площадью, занятой сучками на 1 п.м. ствола. Выращивание смешанных насаждений позволит уменьшить сучковатость стволов сосны и тем самым улучшить их качество.

Как известно, лесорастительные условия оказывают существенное влияние на рост и формирование древостоев. Вероятно, условия местопроизрастания могут определённым образом воздействовать на формирование сучковатости древесных стволов. Этот вопрос и был положен в основу наших исследований.

Объектами исследований выступили средневозрастные культуры, произрастающие в различных лесорастительных условиях (кисличный, черничный, брусничный, лишайниковый). Культуры созданы посадкой семян сосны на вырубках прошлых лет в площадки, подготовленные вручную. Агротехнические уходы на участках ранее не проводились. Густота культур на момент проведения исследований составила 0,8-1,8 тыс. шт/га. Подготовка

почвы производилась вручную, посадка - под меч Колесова. Уходы в культурах не проводились.

Месторасположение культур сосны черничного типа леса характеризуется равнинным рельефом и слабо выраженным микрорельефом (в виде приствольных повышений и валежа). К настоящему времени здесь сформировались высокополнотные сосновые древостои с незначительным участием естественно возобновившейся березы (до 10%). Живой напочвенный покров в культурах включает два основных яруса и представлен черникой (более 50%), брусникой, подушками из сфагновых мхов и кукушкина льна. Почвы на участках подзолистого типа, по механическому составу - супесчаные, развивающиеся на аллювиальных отложениях.

В посадках кисличного типа леса также наблюдается преобладание культивируемой породы, однако в составе древостоя присутствует ель естественного происхождения (до 20%). Рельеф на участках равнинный. В живом напочвенном покрове преобладает кислица, встречаются сныть, земляника, вороний глаз, таволга. Почвы подзолистого типа, по механическому составу - суглинистые, развиваются на покровном карбонатном суглинке.

В составе брусничного фитоценоза преобладает культивируемая сосна, встречается примесь березы естественного происхождения. В живом напочвенном покрове развиваются в основном брусника и черника на фоне сплошного покрова зеленых мхов и лишайников. Почвы представлены подзолами различной мощности, по механическому составу - супесчаными, развивающимися на моренном песке.

В лишайниковом типе леса в составе доминирует сосна. В подросте встречается незначительное количество неперспективной чахлой ели, подлесок отсутствует. В живом напочвенном покрове - сплошная подушка из лишайников. Почвы представлены подзолами маломощными, по механическому составу - песчаными, развивающимися на водно-ледниковом отложении.

Изложенные выше результаты свидетельствуют о различиях в развитии подроста, подлеска, живого напочвенного покрова, почвенных условий по типам леса.

Таблица 3.3.7

Средние таксационные показатели культур сосны по типам леса

Тип леса	Состав	Средние		А, лет	Бонитет	N, шт./га	Р _{отн.}	М, м³/га
		Д, см	Н, м					
Сосняк кисличный	8С	20,1	21,5	48	I ^a	830	0,8	270
	2Е	13,0	11,9			370	0,3	50
Итого						1200	1,1	320
Сосняк черничный	9С	21,4	23,4	49	I ^a	900	0,8	300
	1Б	17,0	21,8			100	0,1	30
Итого						1000	0,9	330
Сосняк брусничный	10С	11,6	15,0	45	II	1800	0,9	230
	+Б	15,0	15,6			20	0,1	5
Итого						1820	1,0	235
Сосняк лишайниковый	10С	10,4	10,0	48	IV-V	1600	0,6	80

Данные таблицы, кроме того свидетельствуют о различиях в таксационных показателях древостоев. Наибольшим запасом стволовой древесины обладают сосняки зеленомошной группы типов леса (235-330 м³/га). Бедность и сухость почв в лишайниковом типе леса предопределили низкий запас древесины (80 м³/га).

Для определения показателей сучковатости древесных стволов по типам леса методом пропорционально-ступенчатого представительства отобрано 133 модельных дерева сосны и детально обследовано 8,5 тыс. открытых сучков.

Следует отметить, что сучки отсутствуют в нижней части стволов, рассматриваемые культуры сосны вступили в фазу естественного очищения стволов от сучьев. В посадках сосны зеленомошной группы типов леса стволы очищены от сучьев в среднем на высоту 0,66-0,87 м (табл. 3.3.8).

Таблица 3.3.8

Протяженность бессучковой зоны ствола сосны по типам леса

Тип леса	Протяженность бессучковой зоны (м / %)
Сосняк кисличный	$\frac{0,80 \pm 0,15}{4}$
Сосняк черничный	$\frac{0,87 \pm 0,10}{4}$
Сосняк брусничный	$\frac{0,66 \pm 0,06}{4}$
Сосняк лишайниковый	$\frac{0,50 \pm 0,02}{5}$

Не смотря на некоторое преимущество по этому показателю в сосняке черничном, статистически достоверных различий в полученных значениях между сосняками зеленомошной группы не выявлено ($t_{\text{факт.}} \leq 1,8; t_{0,05} = 2,0$).

Стволы в сосняках лишайниковых отличаются меньшей протяженностью бессучковой зоны. Достоверность различий доказана между сосняками зеленомошной группы типов леса и сосняками лишайниковыми ($t_{\text{факт.}} \geq 2,1; t_{0,05} = 2,0$). Относительные показатели, характеризующие степень очищаемости стволов от сучьев в посадках, составляя 4-5%, не имеют значительных различий по типам леса.

Следует добавить, что таксационный диаметр ствола не оказывает существенного воздействия на степень очищения стволов от сучьев. Посредством корреляционного анализа выявлена лишь слабая теснота связи (за исключением посадок в сосняке черничном, где выявлена умеренная связь, $r = 0,40$) между диаметром ствола на высоте груди и протяженностью бессучковой зоны в каждом из вариантов ($r = 0,10 - 0,30$).

Средний диаметр у основания сучков в посадках сосны черничного типа леса достигает 2,2 см, достоверно превышая средние значения для других типов леса ($t_{\text{факт.}} \geq 2,1; t_{0,05} = 1,96$), (табл. 3.3.9).

Таблица 3.3.9

Средний диаметр у основания сучков на стволах сосны в посадках
по типам леса, см

Тип леса	Статистические показатели				
	M±m	σ	C, %	P, %	t
Сосняк кисличный	2,1±0,03	10,4	49,5	1,4	70,0
Сосняк черничный	2,2±0,04	9,6	43,0	1,8	55,8
Сосняк брусничный	2,1±0,03	7,0	34,8	1,5	67,0
Сосняк лишайниковый	1,8±0,03	8,3	46,4	1,7	59,7

Этот показатель характеризуется большой изменчивостью (С = 35-50%).

Средний диаметр сучков возрастает при увеличении таксационного диаметра ствола. Результаты регрессионного анализа указывают на прямо-пропорциональную зависимость между этими показателями во всех типах леса ($r \geq 0,572$). Следует отметить, что в сосняках кисличных и черничных, в силу благоприятного лесорастительного эффекта, формируются стволы крупных размеров с толстыми сучьями. Их наличие и учет в процессе проведения исследований объясняет выявленное преимущество в среднем диаметре сучков в данных лесорастительных условиях.

Диаметры у основания сучков постепенно увеличиваются при продвижении вверх по стволу. Достигая максимума в нижней части кроны, диаметры сучков снижаются (рис. 3.3.6).

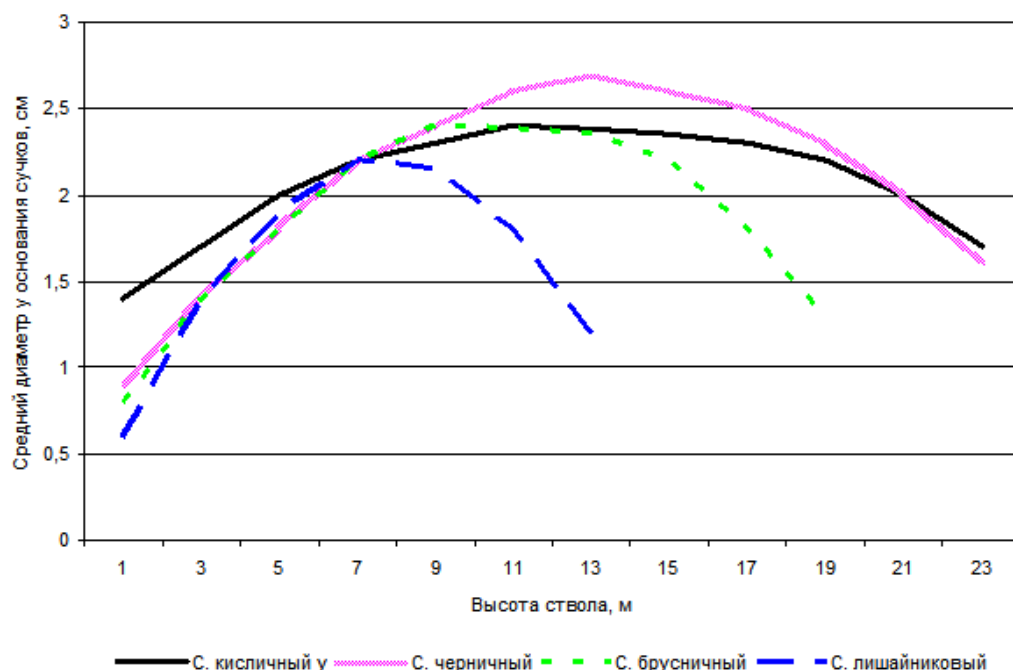


Рисунок 3.3.6. Изменение среднего диаметра у основания сучков (y, см) по высоте ствола сосны (x, м) в посадках по типам леса

Корреляционное отношение между взаимозависимыми статистическими величинами в посадках изменяется в пределах 0,94 - 0,98, что характеризует очень высокую тесноту связи между средним диаметром у основания сучков и высотой ствола (табл. 3.3.10).

Таблица 3.3.10

Уравнения взаимосвязи между средним диаметром у основания сучков (y, мм) и высотой ствола (x, м) в культурах сосны по типам леса

Тип леса	Уравнение регрессии	η	S
Сосняк кисличный	$y = 12,54 + 1,75x - 0,07x^2$	$0,94 \pm 0,0009$	$\pm 1,37$
Сосняк черничный	$y = \frac{15,01 - 0,51x}{1 - 0,08x + 0,002x^2}$	$0,98 \pm 0,0005$	$\pm 1,17$
Сосняк брусничный	$y = 4,45 + 3,65x - 0,17x^2$	$0,96 \pm 0,0018$	$\pm 0,05$
Сосняк лишайниковый	$y = 17,75 \cdot (1 - e^{-1,19x})$	$0,96 \pm 0,0008$	$\pm 2,59$

В посадках кисличного типа леса среднее число сучков на 1 п.м. ствола изменяется в пределах 5-12, в сосняке черничном - 7-12, брусничном - 5-14, лишайниковом - 11-17 шт. Полученные значения указывают на

формирование большего числа сучков в низкопроизводительных типах леса. Связь таксационного диаметра ствола и среднего количества сучков на 1 п.м. выражена слабо ($\eta < 0,5$), но, тем не менее, отражает обратно-пропорциональную зависимость между показателями: число сучков уменьшается при повышении диаметра ствола. По всей видимости, наличие в высокопроизводительных типах леса (сосняки кисличные и черничные) крупномерных стволов с меньшим числом сучков, в конечном итоге предопределило меньшее количество сучков в среднем для древостоев в этих лесорастительных условиях.

Результаты регрессионного анализа позволили выявить корреляцию между количеством сучков и высотой ствола, аппроксимируемую уравнением параболы третьего порядка. При этом установлена высокая и очень высокая теснота связи между показателями (рис. 3.3.7).

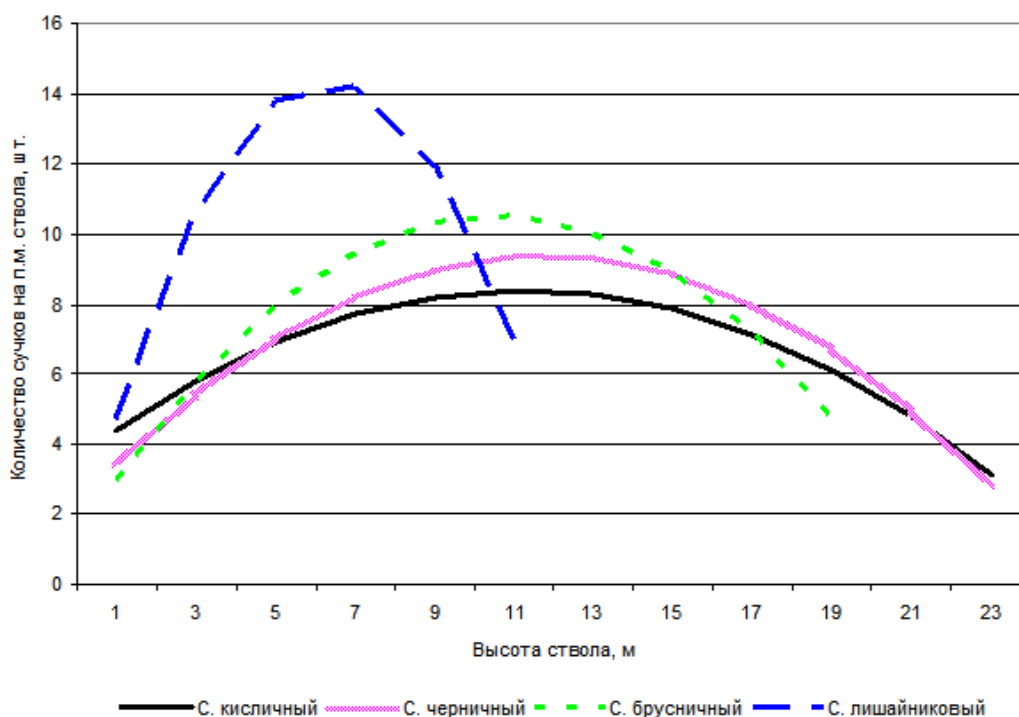


Рисунок 3.3.7. Изменение количества сучков (у, шт) по высоте ствола (х, м) в посадках сосны по типам леса

Таблица 3.3.11

Уравнения взаимосвязи между средним количеством сучков (y , шт./п.м) и высотой ствола (x , м) в культурах сосны по типам леса

Тип леса	Уравнение регрессии	η	S
Сосняк кисличный	$y = 2,21 + 2,27x - 0,28x^2 + 0,01x^3$	$0,90 \pm 0,0016$	$\pm 1,40$
Сосняк черничный	$y = 1,10 + 2,39x - 0,25x^2 + 0,01x^3$	$0,96 \pm 0,0009$	$\pm 1,10$
Сосняк брусничный	$y = 0,31 + 6x - 1,25x^2 + 0,10x^3$	$0,96 \pm 0,0018$	$\pm 1,10$
Сосняк лишайниковый	$y = 0,06 + 9,49x - 1,98x^2 + 0,16x^3$	$0,99 \pm 0,0002$	$\pm 0,57$

На данной стадии онтогенеза в наиболее производительных типах леса сформировались сучки больших диаметров, однако, при меньшем их количестве, в сравнении с типами леса низкой производительности.

Сделанный нами вывод о том, что количество сучьев на 1 п.м. ствола повышается, а их диаметр снижается с ухудшением условий роста подтверждает, ранее полученные нами ранее результаты.

Как отмечалось ранее, наиболее информативным показателем, характеризующим сучковатость стволов, является площадь поверхности ствола, занятая сучками на 1 п.м. Результаты исследований указывают на преимущество показателя в древостоях лишайникового типа леса, что позволяет считать данное древесное сырье менее качественным по признаку сучковатости (табл. 3.3.12).

Таблица 3.3.12

Средняя площадь поперечного сечения у основания сучков на 1 метре длины ствола по типам леса

Тип леса	Средние		Площадь поверхности ствола, занятая сучками, см ² /п.м.
	количество сучков на 1 п.м., шт.	диаметр у основания сучков, см	
Сосняк кисличный	9	2,1	31,2
Сосняк черничный	10	2,2	32,0
Сосняк брусничный	10	2,0	31,4
Сосняк лишайниковый	14	1,8	35,6

Выше отмечалось, что для круглых лесоматериалов существуют ограничения по диаметрам у основания сучков и их состоянию. Эти составляющие служат основанием для распределения древесного сырья по сортам по признакам сучковатости. Поэтому для практических целей интерес представляет определение диаметра у основания самых толстых сучков. Как

ранее отмечалось, выявление взаимосвязи между таксационным диаметром ствола и максимальным диаметром сучков позволит в перспективе по данным перечета в насаждении производить расчет диаметров у основания сучьев, а, следовательно, упростит работу по определению сортности лесоматериалов.

Толщина сучков возрастает при увеличении таксационного диаметра ствола. Тесная связь между этими параметрами во всех рассмотренных типах леса аппроксимируется уравнением прямой (табл. 3.3.13).

При обследованиях модельных деревьев не выявлено наличие табачных сучков на стволах сосны, что позволяет не учитывать этот показатель при последующем анализе, и упрощает определение сортности хвойных лесоматериалов.

С учетом допусков по максимальным значениям диаметров сучков для лесоматериалов различной крупности выявлено, что по признаку сучковатости на данной стадии онтогенеза возможно получение сортиментов I и II сорта.

На основании выявленных зависимостей можно предположить, что максимально допустимых стандартом размеров сучков для II сорта (10 см) стволы достигнут при их таксационном диаметре равном 64, 58 и 48 см в сосняках черничных, брусничных и лишайниковых соответственно. Однако при целевом выращивании культур на балансы и пиловочник общего назначения за сокращенный оборот рубки едва ли будет необходимым доращивать древесное сырье до такого диаметра.

Таблица 3.3.13

Связь диаметра ствола на высоте груди (x , см) с максимальной толщиной у основания сучков (y , см) и сортность лесоматериалов в посадках сосны

Степень толщины, см	Сосняк кисличный		Сосняк черничный		Сосняк лишайниковый	
	Максималь- ный диаметр сучков, см	Сорт (по ГОСТ 9463-88)	Максималь- ный диаметр сучков, см	Сорт (по ГОСТ 9463-88)	Максималь- ный диаметр сучков, см	Сорт (по ГОСТ 9463-88)
8	2,0	I	1,4	I	2,1	I
10	2,4	I	1,7	I	2,5	I
12	2,7	I	2,1	I	2,9	I
14	3,1	I - II	2,4	I	3,3	I - II
16	3,5	I - II	2,7	I	3,6	I - II
18	3,8	I - II	3,1	I - II	4,0	I - II
20	4,2	I - II	3,4	I - II	4,4	I - II
22	4,6	I - II	3,7	I - II	-	-
24	4,9	I - II	4,1	I - II	-	-
26	5,3	I - II	4,4	I - II	-	-
Уравнение ре- грессии	$y = 0,557 + 0,182x$ $r = 0,820, S = 0,67$		$y = 0,084 + 0,166x$ $r = 0,951, S = 0,36$		$y = 0,147 + 0,194x$ $r = 0,965, S = 0,24$	

В условиях сосняка кисличного, черничного и брусничного типов леса формируются стволы сосны с большей протяжённостью бессучковой древесины и меньшей площадью поверхности ствола, занятой сучками в сравнении с лишайниковым типом леса. Создание культур сосны в зеленомошной группе типов леса будет способствовать снижению сучковатости древесных стволов.

ОСНОВНЫЕ ВЫВОДЫ

На основании проведённых исследований сформулированы следующие основные выводы.

1. При переходе от среднеполнотных к высокополнотным древостоям наблюдается достоверное увеличение протяжённости бессучковой зоны на стволах сосны (от 0,3 до 0,5 м). Выращивание насаждений высокой полноты будет способствовать формированию наиболее качественных сортиментов по признаку сучковатости.

5. В древостоях с составом 5С5Е, в отличие от вариантов составом 10С, 8С2Б и 8С2Е+Б формируются древесные стволы с наибольшей протяжённостью бессучковой зоны и меньшей площадью поверхности ствола, занятой сучками. Выращивание смешанных насаждений будет способствовать уменьшению сучковатости древесных стволов сосны.

6. В условиях сосняка кисличного, черничного и брусничного типов леса формируются стволы сосны с большей протяжённостью бессучковой древесины и меньшей площадью поверхности ствола, занятой сучками в сравнении с лишайниковым типом леса. Рекомендуется создавать лесные культуры сосны в зеленомошной группе типов леса, что будет способствовать снижению сучковатости древесных стволов.

7. Полученные в ходе исследований результаты могут быть использованы при разработке программ целевого выращивания древесины с наименьшей сучковатостью.

Заключение

Монография «Экология, окружающая среда и человек» разработана на основе результатов научных исследований авторов.

Результаты выполненных исследований показали актуальность и своевременность для общества рассматриваемых вопросов в области экологии.

В целом, работа отражает научные взгляды на современное развитие общества в условиях глобализации. Она представляет интерес как для специалистов в области проведения научных исследований, так и специалистов-практиков.

Библиографический список

1. Авакян А. Б. Что делать с волжскими водохранилищами? // Природа. – 1999. - № 2- с. 45–58;
2. Агапов С. В. Фотограмметрия сканерных снимков. М.: «Картгеоцентр», «Геодезиздат», 1996. 176 с.;
3. Агроклиматические ресурсы Вологодской области [Текст] – Л., 1972.–185 с.
4. Алексеенко В.А. Геохимические барьеры. Учебное пособие для ВУЗов / В. А. Алексеенко, Л. П. Алексеенко.- М.: Логос, 2003.- 144 с.
5. Арефьев Н. В., Хрисанов Н. И. Экологическое обоснование гидроэнергетического строительства: Учебное пособие. Л: Издательство С.-Петербургского университета, 1992. 168 с.;
6. Ахмедов, А.Э. Формирование системы управления отходами в Российской Федерации/А.Э. Ахмедов, О.И. Ахмедова, М.А. Шаталов//Проблемы рекультивации отходов быта, промышленного и сельскохозяйственного производства: IV международная научная экологическая конференция. -Краснодар, 2015. -С. 718-721.
7. Бабич, Н.А. Культуры ели Вологодской области [Текст] / Н.А. Бабич, Н.П. Гаевский, О.А. Конюшатов // Вологодское управление лесами; АГТУ – Архангельск, 2000. – 160 с
8. Балашенко В.В., Игнатьева М.Н., Логинов В.Г. Природно-ресурсный потенциал Северных районов: методические особенности комплексной оценки // Экономика региона, 2015. – № 4, с. 84–94.
9. Белый А.В. Динамика эмиссии загрязняющих веществ от свалки твердых бытовых отходов г. Вологды / А.В. Белый // Проблемы экологии на пути к устойчивому развитию регионов: Материалы Второй международной научно-технической конференции.-Вологда: ВоГТУ, 2003. - С. 257-262.
10. Беус А. А. Геохимия литосферы (породообразующие элементы) / А. А. Беус. – М.: Недра, 1972.- 296 с.
11. Богомолов Л. А. Дешифрирование аэроснимков. М.: «Недра», 1976. 145 с.;
12. Бучаева С. А. Анализ экономического потенциала ГЭС России и Южного федерального округа // Управление экономическими системами: электронный научный журнал. 2014. № 4

13. Вайсман Я.И. Проектирование полигонов ТБО / Я.И. Вайсман, В.Н. Коротаев // Экология и промышленность России.– 2001. – №2.– С. 24 - 28.
14. Васильев Ю. С., Хрисанов Н. И. Экология использования возобновляющихся энергоисточников. Л: Изд-во Ленингр. ун-та, 1991. 343 с.;
15. Венцюлис Л.С. Система обращения с отходами: принципы организации и оценочные критерии / Л.С. Венцюлис, Ю.И. Скорик, Т.М. Флоринская.- СПб: Изд-во ПИЯФ РАН, 2007.- 207с.
16. Власов Д. А., Синчуков А. В. Потенциал Wolfram-технологий в построении и исследовании эконометрических моделей // Современные информационные технологии и ИТ-образование. – 2017. – Т. 13. – № 4. – С. 289-295.
17. Власов Д. А., Синчуков А. В. Теория игр в системе прикладной математической подготовки бакалавра экономики // Ярославский педагогический вестник. – 2017. – № 3. – С. 112-116
18. Волков С. Н. Землеустройство. Т. 3. Землеустроительное проектирование. Межхозяйственное (территориальное) землеустройство. М.: Колос, 2002. 382 с.;
19. Гарманов А. А, Баденко В. Л., Трушников В. Е. Оценка арендной платы земли в проектах землеустройства // Горный информационно-технический бюллетень (научно-технический журнал). – 2013. - № 8. С. 225-231;
20. Гассий В. В. Региональные аспекты формирования механизмов обеспечения социальной ответственности бизнеса. — М.: Экономика, 2014. — 179 с.
21. Гассий В.В., Попова И.М., Потравный И.М. Оценка ущерба коренным малочисленным народам Севера в управлении природопользованием в Арктической зоне// Природные ресурсы и комплексное освоение прибрежных районов Арктической зоны. Сб. научных трудов. - Архангельск: Федеральный исследовательский центр комплексного изучения Арктики, 2016, с. 103-108.
22. Гассий В.В., Потравная Е.В., Кузнецов И.В., Захаров С.А. Согласование интересов целевых групп в сфере недропользования: социально-экономические, экологические и этнографические аспекты// Недропользование. XXI век. – 2016. - №2 (59). - С. 90-97.
23. Геодезический портал [Электронный ресурс]: офиц. сайт. Режим доступа: <https://geostart.ru>.
24. Гиряев, М.Д. Лесопользование в России [Текст] / М.Д. Гиряев // М.: ВНИИЛМ, 2003. – 240 с.

25. Глазовская М.А. Методологические основы оценки эколого-геохимической устойчивости почв к техногенным воздействиям / М.А. Глазовская.- Москва: Изд-во МГУ, 1997.- 102 с.
26. Гольдберг В.М. Гидрогеологическое обоснование размещения полигонов промышленных отходов / В.М. Гольдберг // Геоэкология. Инженерная геология. Гидрогеология. Геокриология. 1995.- № 3.- С. 43-49.
27. ГОСТ 22298-76 Э. Бревна пиловочные хвойных пород, поставляемые для экспорта. Технические условия [Текст]. М.: Изд-во стандартов, 1976. – 5 с.
28. ГОСТ 2140-81. Пороки древесины. Классификация, термины и определения [Текст]. М.: Изд-во стандартов, 1982. - 111 с.
29. ГОСТ 9463–88. Лесоматериалы круглые хвойных пород [Текст]. М.: Изд-во стандартов, 1988. - 13 с.
30. ГОСТ 22296-89. Балансы для экспорта. Технические условия [Текст]. Взамен ГОСТ 22296-76. Введ. 22.03.1989. – М.: Изд-во стандартов, 1989. - 4 с.
31. ГОСТ 17.5.3.06-85. Охрана природы (ССОП). Земли. Требования к определению норм снятия плодородного слоя почвы при производстве земляных работ [Электронный ресурс]. – Введ. 01.07.1986 // КонсультантПлюс: справ.-правовая система / Компания «КонсультантПлюс»
32. ГОСТ 17.5.3.05-84. Государственный стандарт союза ССР. Охрана природы. Рекультивация земель. Общие требования к землеванию [Электронный ресурс]. – Введ. 27.03.1984 // КонсультантПлюс: справ.-правовая система / Компания «КонсультантПлюс»
33. Государственный доклад «О состоянии и об охране окружающей среды в Российской Федерации в 2017 году. М.: Минприроды России. 2018 .- 888 с
34. Грибовский С. В., Иванова Е. Н., Львов Д. С., Медведева О. Е. Оценка стоимости недвижимости. М.: Интерреклама, 2003. 699 с.;
35. Доклад о состоянии и охране окружающей среды Вологодской области в 2005 году / Правительство Вологодской области, департамент природных ресурсов и охраны окружающей среды Вологодской области.– Вологда, 2006.– 199 с.
36. Доклад «Об экологическом развитии Российской Федерации в интересах будущих поколений». М.: Государственный Совет Российской Федерации, 2016. – 312 с.
37. Евсейчик П.А. РАЗВИТИЕ РЕФЕРЕНЦНЫХ СТАНЦИЙ ГНСС И ИХ ПРИМЕНЕНИЕ В КАДАСТРОВОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ // Научное сообщество

студентов: МЕЖДИСЦИПЛИНАРНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ: сб. ст. по мат. XXIX междунар. студ. науч.-практ. конф. № 18(29). URL: [https://sibac.info/archive/meghdis/18\(29\).pdf](https://sibac.info/archive/meghdis/18(29).pdf)

38. Единая политика обращения с отходами в Санкт-Петербурге и Ленинградской области / ред. С.Г. Инге-Вечтомов, Ю.С. Скорик, Т.М. Флоринская.- СПб.: НИИХимии СПбГУ, 2000.- 151 с.

39. Ерхов Н. С., Ильин Н. И., В. С. Мисенев. Мелиорация земель: 2-е изд., перераб. и доп. М.: Агропромиздат, 1991. 319 с.;

40. Ефремычев В., Купчиненко А., Сухорукова И., Червяков А. Проблемы использования сельскохозяйственных угодий, загрязнённых выбросами промышленных предприятий. // Международный сельскохозяйственный журнал. 1996. № 2. С. 54.

41. Заварин Д. А., Белый А. В. Контроль точности определения плановых координат специализированных геодезических сетей // Вузовская наука –региону. — 2009. — №. — С. 261-263.

42. Заварин Д. А., Краева О. Н., Паршева Н. Д. Инновационные геодезические ГНСС технологии определения пространственных характеристик // Вузовская наука – региону. – Вологда: Вологодский государственный университет (Вологда), 2017. – С. 296-298. Зайдельман Ф.Р. Процесс глееобразования и его роль в формировании почв / Ф.Р. Зайдельман. -М.: Издательство Московского университета, 1998.-316 с.

43. Заделенов В. А., Шадрин Е. Н., Долгих П. Н. Состояние рыбного хозяйства в водохранилищах Ангара-Енисейского каскада // Рыбное хозяйство. – 2008. - № 6. - с. 66-69;

44. Зарубаев Н.В. Комплексное использование и охрана водных ресурсов. Учебное пособие для вузов. Л.: Стройиздат, Ленингр. отд-ние, 1976. 224 с.;

45. Земельный кодекс Российской Федерации от 25.10.2001 N 136-ФЗ (ред. от 03.07.2016). – Москва: Омега-Л, 2016. – 63 с.

46. Игнатьева М. Н., Логинов В. Г., Литвинова А. А. и др. Экономическая оценка вреда, причиняемого арктическим экосистемам при освоении нефтегазовых ресурсов // Экономика региона. — 2014. — № 1 (37). — С. 102—111. — DOI: 10.17059/2014-1-9.

47. Инструкция по проектированию, эксплуатации и рекультивации полигонов для твердых бытовых отходов. – Утв. Минстроем России 02.11.1996.- 38 с.

48. Каракчиева И.В. ЭКОНОМИКА ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ Успехи современного естествознания. 2010. № 12. С. 47-48.

49. Киприянова Л.Д. Арктические особо охраняемые природные территории Республики Саха (Якутия) и их проблемы // Арктика XXI век. – 2014. – 1 (1). – С. 4-8.
50. Ковалева, Т.Н. Планирование и организация рационального использования земель на муниципальном уровне/Т.Н. Ковалева, А.Д. Нестеров//В сборнике: Специалисты АПК нового поколения. - Саратов, 2012. -С. 302-307.
51. Корпачев В. П., Пережилин А. И., Андрияс А. А., Гайдуков Г. А. Оценка объёмов затопления древесной массы в ложах водохранилищ ГЭС // Фундаментальные исследования. 2013. № 4-2. С. 290-294.
52. Косых П.Г., Авраменко А.А. ЛИЦОМ К ПРИРОДЕ. ЭТИКА ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ И ИНСТИТУЦИОНАЛЬНАЯ ЭКОНОМИКА Креативная экономика. 2008. № 2 (14). С. 93-96.
53. Куражова Ю. В. Геодезические сети городов на современном этапе Инновационное развитие современной науки: проблемы, закономерности, перспективы Сборник статей IV Международной научно-практической конференции. В 2-х частях. — Пенза: МЦНС «Наука и Просвещение», 2017. — С. 238-241.
54. Куражова Ю. В. Сохранность геодезической сети города Вологды // Наука и Просвещение. — 2017. — С. 274-278.
55. Куражова Ю. В. Способы закрепления пунктов на современном этапе // Ассоциация научных сотрудников "Сибирская академическая книга". — 2017. — № — С. 32-34.
56. Лексин В.Н., Порфирьев Б.Н. Переосвоение Арктики как предмет системного исследования и государственного программно-целевого управления: вопросы методологии// Экономика региона. – 2015. - №4. – С. 9-20.
57. Летувнинкас А. И. Антропогенные геохимические аномалии и природная среда: Учебное пособие/ А. И. Летувнинкас. - Томск: изд-во НТЛ, 2005.-290 с.
58. Лиогенький, Г.Л. Лесовосстановление в Вологодской области [Текст] / Г.Л. Лиогенький // Рубки и восстановление леса на Севере. – Архангельск, 1968. – С. 344-355.
59. Макаров В.А. Микроэлементы в почвах Вологодской области.- Автореферат... к.г.н / В.А. Макаров - Л.: ЛГУ, 1969.- 20 с.
60. Маркова Н.А. Выбор способа геодезических измерений в кадастровой деятельности на территории Чагодощенского района Вологодской области // Научное сообщество студентов: МЕЖДИСЦИПЛИНАРНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ: сб. ст. по мат. LVII междунар. студ. науч.-практ. конф. №

22(57). [Электронный ресурс]: офиц. сайт. Режим доступа: [https://sibac.info/archive/meghdis/22\(57\).pdf](https://sibac.info/archive/meghdis/22(57).pdf).

61. Марченков П.Е. ТЕОРИЯ ЭКОЛОГИЧНОЙ ЭКОНОМИКИ И ЭКОНОМИКА ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ Проблемы современной экономики. 2003. № 2 (6). С. 81-83.

62. Махинов А. Н., Ким В. И., Воронов Б. А. Наводнение в бассейне Амура 2013 года: причины и последствия // Вестник Дальневосточного отделения Российской академии наук. 2014. № 2 (174). С. 5-14;

63. Методические основы оценки и регламентирования антропогенного влияния на качество поверхностных вод / под ред. проф. А.В. Карашева.- Л.: Гидрометеиздат, 1987.- 350 с.

64. Непорожний П. С., Обрезков В. И. Введение в специальность. Гидроэнергетика: учеб. пособие для вузов. М.: Энергоиздат, 1982. 304 с.;

65. Обиралов А. И., Лимонов А. Н., Гаврилова Л. А. Фотограмметрия: Учебник для студентов средних специальных учебных заведений. М.: КолосС, 2002. 240 с.

66. Обоснование инвестиций в строительство Мотыгинской ГЭС на р. Ангаре. Оценка воздействия строительства на окружающую среду. Книга 2. Оценка воздействия на окружающую природную среду и социально-экономические условия [Электронный ресурс]. Режим доступа: http://www.gis.rushydro.ru/file/main/gis/projects/motyginskaya/OVOS_MoGES_Kniga-2.pdf (дата обращения: 12.05.2019);

67. Обоснование инвестиций в строительство Мотыгинской ГЭС на р. Ангаре. Оценка воздействия строительства на окружающую среду. Книга 3. Резюме нетехнического характера [Электронный ресурс]. Режим доступа: http://www.gis.rushydro.ru/file/main/gis/projects/motyginskaya/OVOS_MoGES_Kniga-3.pdf (дата обращения: 12.05.2019);

68. Обрезков В. И., Малинин Н. К., Кароль Л. А. Гидроэнергетика: учебник для студентов высших учебных заведений: под ред. В.И. Обрезкова. М.: Энергоиздат, 1981. 608 с.;

69. Об отходах производства и потребления в Российской Федерации: Федеральный Закон от 24 июня 1998 г. № 89-ФЗ.

70. О внесении изменений в Федеральный закон «Об отходах производства и потребления»: Федеральный Закон от 29 декабря 2014 года N 458-ФЗ.

71. Официальная статистическая информация о социально-экономическом развитии Арктической зоны Российской Федерации в 2019 году [Электронный ресурс] федеральная служба государственной статистики

URL: http://www.gks.ru/free_doc/new_site/region_stat/calendar1-2019.htm
(дата обращения 18.05.2019 г.)

72. Паршевников, А.Л. Почвы лесов Вологодской области [Текст] / А.Л. Паршевников // Леса и лесное хозяйство Вологодской области. Вологда, 1971. – С. 67-80.
73. Перельман А.И. Геохимия ландшафта / А.И. Перельман, Н.С. Касимов.- М.: Интеграция, 1999.- 763 с.
74. Петров К.М. Общая геоэкология. Учебное пособие для студентов высших учебных заведений. СПб, 2004. 440 с.;
75. Пигарев, Ф.Т. Лесоводственное значение густоты культур сосны на Европейском Севере [Текст] / авт. дисс. ... канд. с.-х. наук / Ф.Т. Пигарев. – Ленинград, 1973. – 22 с.
76. Подлипский, И.И. Экологическое образование в области переработки отходов на территории национального парка «Смоленское поозерье» (Смоленская область)/И.И. Подлипский, В.Р. Хохряков//Природа и общество: в поисках гармонии. -2016. -№2. -С. 245-247.
77. Подобедов Н. С. Топографическое картографирование. М.: Изд-во геодезической литературы, 1962. 264 с.;
78. Полубояринов, О.И. Оценка качества древесного сырья [Текст] / О.И. Полубояринов. – Л.: ЛТА, 1971.– 69 с.
79. Полубояринов, О.И. Сучковатость древесного сырья [Текст] / О.И. Полубояринов. – Л.: ЛТА, 1972.– 54 с.
80. Полубояринов, О.И. Квалиметрия древесного сырья в процессе лесовыращивания [Текст] / О.И. Полубояринов / авт. дисс. ... докт. с.-х. наук / О.И. Полубояринов. – Ленинград. 1976. – 40 с.
81. Полубояринов, О.И. Оценка качества древесины насаждений на основе комплексного показателя [Текст] / О.И. Полубояринов // Лесное хозяйство, лесная, деревообрабатывающая и целлюлозно-бумажная промышленность. –1976. – Вып. IV. – С. 39-41.
82. Постановление Правительства Республики Саха (Якутия) от 6 сентября 2011 г. № 428 об утверждении «Положения о порядке организации и проведения этнологической экспертизы» [Электронный ресурс] Официальный информационный портал Республики Саха (Якутии). – Режим доступа: http://www.sakha.gov.ru/special/sites/default/files/doc/2011_09/6/428.pdf.
83. Постановление Правительства РФ от 28.03.2000г. № 273 // Российская газета. URL: <https://rg.ru>.

84. Потравный И.М., Гассий В.В., Тамбовцева Т.Т. Этнологическая экспертиза как инструмент согласования интересов целевых групп в сфере традиционного природопользования// Экономика природопользования. – 2016. – №3. – С. 80-92.
85. Потравный И. М., Баглаева В. О. Об интеграции задач экологического аудита и этнологической экспертизы при обосновании проектов хозяйственного освоения территории// Горизонты экономики. — 2015. — № 5 (24). — С. 44—47.
86. Потравный И.М., Даваахуу Н., Сухорукова И.В., Лихачев Г.Г. Экономико-математическая модель влияния экологических и производственных характеристик рудника на прибыль горнодобывающего предприятия на примере «Предприятия Эрдэнэт» Экономический анализ: теория и практика. 2017. Т. 16. № 9 (468). С. 1759-1777.
87. Преснухин, Ю.В. Обзор Протяжённость и возраст кроны у сосны в средневозрастных древостоях [Текст] / Ю.В. Преснухин // В кн.: Сборник трудов Карельского АН СССР: «структура и производительность сосновых лесов на Европейском Севере». - Петрозаводск. 1981.- С. 4-10.
88. Природа Вологодской области // ред. В.А. Воробьев.– Вологда: Издательский дом «Вологжанин», 2007.– 440 с.
89. Природа Ленинградской области и ее охрана.– Л.: Лениздат, 1983.– 346 с.
90. Пронина, О.В. Качество древесины ели разного географического происхождения в условиях Центральной России [Текст] / авт. дисс. ... к. с.-х. наук / Пронина О.В. - Москва. 2008. -
91. Развитие сети пунктов ОМС на территории Вологодского района и его особенности / Заварин Д. А., Белый А. В. // Вузовская наука – региону: материалы восьмой всероссийской научно-технической конференции. – 2010. – С. 407-409.
92. Разнощик В.В. Защита грунтовых вод на полигонах для твердых бытовых отходов /В.В. Разнощик, Н.Ф. Абрамов // Санитарная очистка городов и охрана окружающей среды.- М.: АКХ им. К.Д. Панфилова, 1983.- С. 22-
93. Редько, Г.И. Рукотворные леса Европейского Севера [Текст] / Г.И. Редько, Н.А. Бабич. – Архангельск, 1991. – 96 с.
94. Редько, Г.И. Лесовосстановление на Европейском Севере России [Текст] / Г.И. Редько, Н.А. Бабич. – Арханг. Гос. Тех. Ун-т. – Архангельск.: Сев. – Зап. КН. Изд-во, 1994. – 188с. ил.

95. Рябоконь, А.П. Продуктивность сосновых насаждений и качество древесины при ускоренном выращивании на пиловочник. [Текст]/ А.П. Рябоконь // Лесное хозяйство, 1978, №3. – С. 33-37.
96. Рябоконь, А.П. О структуре качества древесных стволов хвойных пород [Текст] / А.П. Рябоконь // Лесное хозяйство, 1981, №1. – С. 41-43.
97. Рябоконь, А.П. О качестве стволов сосны в древостоях различной густоты [Текст] / А.П. Рябоконь // Лесное хозяйство, 1993, №5-6. – С. 19-24.
98. Ряхин, В.А. О влиянии состава насаждений на сучковатость деревьев сосны [Текст] / С.А. Ряхин // Учебные записки Петрозаводского ин-та. – Петрозаводск, 1975. – Т. 22. – Вып. 3. – С. 149-161.
99. Савков, Е.И. Прочность пиломатериалов. [Текст] / Е.И. Савков. - М., Гос-лесбумиздат, 1962. - 88 с.
100. Самофал, С.А. Изменчивость обыкновенной сосны в связи с климатом [Текст] / С.А. Самофал // Докл. Всесоюзн. съезда ботаников. – Л.: Изд. ВБО, 1928. – С. 217-232.
101. Семенов А.В., Руденко Ю.С., Разовский Ю.В. Геополитическая стратегия развития арктического капитала // Геополитика и безопасность. 2015. - № 3 (31). - С. 57-60.
102. Сердюкова Ю.А., Сухорукова И.В. Методологические основы страхования жилого фонда от природно-экологических и техногенных рисков.. Финансы и кредит. 2015. № 2 (626). С. 47-56
103. Слепцов А. Н. Вопросы нормативного закрепления этнологической экспертизы в местах традиционного проживания и хозяйственной деятельности коренных малочисленных народов Севера на примере Якутии // Юрист. — 2017. — № 19. — С. 42—46.
104. Солодько, А.С. Строение, рост и качественное состояние древостоев центральных и южных районов Красноярского Края. [Текст]: / авт. дисс. ... канд. с.-х. наук / А.С. Солодько. - Красноярск. 1966.
105. СП 2.1.7.1038-01. Гигиенические требования к устройству и содержанию полигонов для твердых бытовых отходов. – Утв. и введ. в действие постановлением Главного государственного санитарного врача Российской Федерации от 30.05.01.
106. Сухорукова И.В. Эколого-экономическая модель использования загрязненных земель. М: ПКТИПромстрой, 2000. 280 с.
107. Сухорукова И.В., Швед Е.В. Применение процедуры экологического аудита в системе экологического страхования сельскохозяйственных

предприятий на загрязненных территориях . Финансовая аналитика: проблемы и решения. 2014. № 7 (193). С. 9-13.

108. Сухорукова И.В., Ефремычев В.А., Купчиненко А.В. ЭКОЛОГО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЗАГРЯЗНЕННЫХ ЗЕМЕЛЬ Вестник Российской академии сельскохозяйственных наук. 1996. № 3. С. 6.

109. Сухорукова И.В., Лихачев Г.Г. Экономическая модель оптимизации при централизованном управлении закупками дочерних компаний государственной корпорации. // Экономический анализ: теория и практика. 2016. № 6 (453). С. 115-123.

110. Сухорукова И.В., Ефремычев В.А., Купчиненко А.В., Лавровский В.О.

МОДЕЛЬ ЭФФЕКТИВНОГО ВЕДЕНИЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО ПРОИЗВОДСТВА В УСЛОВИЯХ РАДИОАКТИВНОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ ТЕРРИТОРИИ Международный сельскохозяйственный журнал. 1997. № 4.

111. Тагилов М.А. Противофильтрационная защита оснований полигонов захоронения твердых бытовых отходов / М.А. Тагилов. - Автореферат... ктн.- Пермь: ПГУ, 2002.- 22 с.

112. Тесаловский А. А. Кадастровая оценка земель, резервируемых для строительства водохранилищ // Архитектура и строительство России. - 2010. - №5 – с. 10-17 ;

113. Тесаловский А. А. Методика кадастровой оценки земель, резервируемых в целях строительства водохранилищ комплексного назначения. Дисс. ... канд. техн. наук: 25.00.26 / МИИГАиК. СПб, 2014;

114. Типы знаков и их закладка // Инженерная защита Библиотека инженера-геодезиста. URL: <https://injzashita.com/tipi-znakov-i-ix-zakladka.html>.

115. Титова В. И, Самоделкин А. Г., Дабахова Е. В., Еремин Н. С. Прогнозная оценка потерь сельхозпроизводства нижегородской области от предполагаемого подъема уровня водохранилища Чебоксарской ГЭС / Достижения науки и техники АПК. - № 9. - 2013. – С. 13-15.;

116. Трушников В. Е. Исследование экономических показателей целесообразности переработки техногенных отходов фосфатно-магниевого сырья в проектах землеустройства // Горный информационно-технический бюллетень (научно-технический журнал). – 2013. - № 7. С. 264-269;

117. Труфанов А. И. Геохимия окружающей среды: Учебное пособие / А. И. Труфанов.- Вологда: ВоГТУ, 2000.- 91 с.

118. Трушин Б.В. Формирование загрязнения подземных вод на участках коммунальных свалок Московского региона / Б.В.Трушин.- Автореф...кгмн.- М.: МГУ, 1994.- 20 с.
119. Туманова Д.И. ОБЕСПЕЧЕННОСТЬ GNSS БАЗОВЫМИ СТАЦИЯМИ ВОЛОГОДСКОЙ ОБЛАСТИ // Научное сообщество студентов: МЕЖДИСЦИПЛИНАРНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ: сб. ст. по мат. LVI междунар. студ. науч.-практ. конф. № 21(56). - с. 156 - 159.
120. Туманова Д.И. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ GNSS-ТЕХНОЛОГИЙ ПРИ СТРОИТЕЛЬСТВЕ ЛИНЕЙНЫХ ОБЪЕКТОВ КОММУНАЛЬНОГО ХОЗЯЙСТВА // Научное сообщество студентов: МЕЖДИСЦИПЛИНАРНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ: сб. ст. по мат. XLVI междунар. студ. науч.-практ. конф. № 11(46). URL: [https://sibac.info/archive/meghdis/11\(46\).pdf](https://sibac.info/archive/meghdis/11(46).pdf)
121. Тупов В. Б. Снижение шумового воздействия от оборудования в энергетике: Учебное пособие для вузов. М.: МЭИ, 2004. 232 с.;
122. Тюрин, Е.Г. Товарная структура молодых лесов Европейского Севера в связи с рубками ухода [Текст] / Е.Г. Тюрин // Лесн. журн. – 1983. - №5. – С. 18-21. – (Изв. высш. учеб. заведений).
123. Тябера, А.П. Объём коры, сучьев и масса хвои в сосняках Литвы [Текст] // Лесное хозяйство. 1981. №6. – С. 14-18.
124. Уголев, Б.Н. Испытания древесины и древесных материалов [Текст] / Б.Н. Уголев. – «Лесная промышленность». 1965.
125. Условные знаки для топографических планов 1:5000, 1:2000, 1:1000, 1:500: утв. ГУГК при Совете Министров СССР 25 ноября 1986 г. М.: ФГУП «Картгеоцентр», 2004. 286 с.;
126. Федоров, Р.Б. Географическая изменчивость некоторых показателей качества древесины сосны обыкновенной в лесной зоне Европейской части СССР [Текст] / авт. дисс. ... канд. с.-х. наук / Р.Б. Федоров.– Л.: ЛТА, 1986. – 21 с.
127. Фортескью Дж. Геохимия окружающей среды / Дж. Фортескью.– М.: Прогресс, 1985.- 360 с.
128. Хамитов, Р.С. Влияние стимуляторов на всхожесть семян и рост сеянцев сосны кедровой сибирской [Текст]: / авт. дисс. ... канд. с.-х. наук / Р.С. Хамитов - Архангельск, 2006. – 18 с.
129. Харитонова Г.Н. ОТ ЭКОНОМИКИ ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ К ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ЭКОНОМИКЕ Вестник Кольского научного центра РАН. 2011. № 4 (7). С. 118-123.

130. Цветков, Некоторые вопросы лесоведения и лесоводства на Европейском Севере [Текст] / В.Ф. Цветков. – Архангельск: Изд-во АГТУ, 2000. – 253 с.
131. Чалганова А.А. ЗАДАЧИ ЭКОНОМИКИ ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ С ПОЗИЦИЙ ЦИКЛИЧЕСКОЙ ЭКОНОМИКИ Наука на рубеже тысячелетий. 2018. № 11. С. 79-81.
132. Чернобай Л.П. ЭКОНОМИКА ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ – ЭКОНОМИКА "ДАРОВ" ЗЕМЛИ Сибирский международный. 2013. № 15. С. 90-92
133. Чертовской, В.Г. Еловые леса Европейской части СССР [Текст] / В.Г. Чертовской. – М.: Лесная промышленность, 1978. – 176 с.
134. Чертовской, В.Г. Лесорастительное районирование Вологодской области [Текст] / В.Г. Чертовской, В.Н. Нилов, Л.Ф. Ипатов // Вопросы лесоустройства и таксации лесов Европейского севера. – Архангельск, 1968. – С. 78-94.
135. Чибисов, Г.А. Рубки ухода на севере – за научную основу [Текст] // Развитие Вологодского лесоустройства за период 1883-1983 гг. и перспективы его совершенствования на Европейском Севере: Тезисы докладов научно-практической конференции, посвященной 100-летию Вологодского лесоустройства. Вологда, 1983. – С. 42-45.
136. Чистяков, А.Р. Сучковатость ствола древесных пород (березы, сосны, осины) и методы ее регулирования [Текст] / А.Р. Чистяков // Сб. трудов Поволжского ЛТИ, 1949 - №46. – С. 53-64.
137. Чупров, Н.П. Оценка потенциальной производительности лесов Севера [Текст] / Н.П. Чупров // Лесное хозяйство, 1981. - №7. – С. 37-41.
138. Чупров, Н.П. Лесопользование и лесовыращивание на Европейском Севере [Текст] / Н.П. Чупров // Экономические вопросы развития лесного хозяйства Европейского Севера. Архангельск, 1981. – С. 3-21.
139. Чупров, Н.П. Состояние и перспективы лесопользования на Европейском Севере в связи с развитием промышленного комплекса [Текст] // Проблемы охраны природы и рационального использования природных ресурсов в северных регионах. Архангельск, 1982. – С. 93-94.
140. Шалаев, В.С. Результаты изучения распределения сучков на поверхности еловых пиловочных брёвен [Текст] / В.С. Шалаев // Лесной журнал, 1976. – № 5. – С. 137-140. – (Изв. высш. учеб. заведений).
141. Шаталов, М.А. Механизм управления бытовыми отходами в рамках системы экологически безопасных технологий утилизации/М.А.

Шаталов, С.Ю. Мычка//Экономика. Инновации. Управление качеством. - 2015. -№3(12). -С. 181.

142. Шашков З. А. Внутренний водный транспорт (общий курс). М.: Транспорт, 1974. 264 с.;

143. Шенников, А.П. Геоботанические районы Северного края и их значение в развитии производительных сил [Текст] / А.П. Шенников // Материалы II конференции по изучению производительных сил Северного края. – Т. 2. –Архангельск, 1933. – С. 10-96.

144. Шиманюк, А.П. Опыт изучения северных лесов [Текст] / А.П. Шиманюк. – М.-Л., 1931.

145. Шипилин, Н.А. Исследование физико-механических свойств, строение и формы сучьев ели [Текст] / Н.А. Шипилин // Тр. ЦНИИМЭ. - 1968. – 189 с.

146. Штукин, С.С. Влияние густоты культур и длительного применения минеральных удобрений на рост ветвей и образование пороков формы ствола у сосны обыкновенной [Текст] / С. С. Штукин // Лесное хозяйство, 1993, №5-6. – С. 30-33.

147. Шутов, И.В. Плантационное лесоводство [Текст] // Под общей редакцией И.В. Шутова / СПб. Изд-во. Политехн. Ун-та, 2007. – 366 с.

148. Шушкова А. Н. Исследование пространственного распределения пунктов опорной межевой сети в Вологодской области // Наука и Просвещение. - 2018. - № - С. 233-236.

149. Эдельштейн К. К. Водохранилища России: экологические проблемы, пути их решения. М.: ГЕОС, 1998. 278 с;

150. Юдинцева, А.Г. Влияние густоты и способа создания культур на сучковатость сосны [Текст] «Лесохозяйственная информация» Реферативный выпуск, 1969 - № 16

151. Arefiev N. A Market Approach to the Evaluation of the Ecological-economic Damage Dealt to the Urban Lands / Nikolay Arefiev, Vitaly Garmanov, Vladimir Bogdanov, Yury Ryabov, Vitaly Terleev, Vladimir Badenko.- Procedia Engineering.- Vol. 117.- 2015.- Pp. 26-31.

152. Bashkin V.N. Modern Biogeochemistry /V.N. Bashkin.- Kluwer Academic Publishers, 2002.- 572 pp.

153. Bashkin V.N. and Gregor H.D. (Eds). Calculation of Critical Loads of Air Pollutants at Ecosystems of East Europe / V.N. Bashkin and H.D. Gregor, Eds. - Pushchino: ONTI Publishing House; Berlin: UBA, 1999. - 132 pp.

154. Bendz D. Accumulation of Water and Generation of Leachate in a Young Landfill / D. Bendz, V.P. Singh, M. Akesson // Journal of Hydrology.- v. 203.- 1997.- pp. 1-10.
155. Bezzar A. Geochemical Study of Clays Used as Barriers in Landfills / Abdellllah Bezzar, Denis François, Fouad Ghomari // Comptes Rendus Geoscience.- Vol. 342.- Issue 9.- Sept. 2010.- Pp. 695-700.
156. Boutelje, J. On the anatomical structure, moisture content, den sity, shrinkage and resin content of the Wood in and around knots and swedish pine and in swedish spruce [Текст] / J. Boutelje // SvenskPapperstigning 69, № 1, 1966.
157. Canziani R., Cossu R. Landfill Hydrology and Leachate Production / R. Canziani, R. Cossu // Landfilling: Process, Technology and Enviromental Impact.- London: Academic Press, 1994.
158. Calculation and Mapping of Critical Thresholds in Europe / M. Posch, P.A.M. deSmet, J.-P. Hettelingh, R.J. Downing, eds..- Status Report 1999 // Coordination Center for Effects.- RIVM Report No.259101009.- Bilthoven: the Netherlands: 1999. - 165 pp.
159. Cieslar, A. Die edeutung Klimatischer Varietaten unseres Holzwesen fur den Waldbau [Text] / A. Cieslar // Cbl. Ges. Forstwesen. – 1907. – Jg. 33.
160. Comments on the SWANA Summary. Recent Studies Indicate Minimal Heavy-Metal Releases from MSW Landfills / with Responses by Jeremy O'Brien for SWANA1/ with Responses by Lee to O'Brien's Comments.- Washington D.C.: SWANA: August 2006.
161. Cossu R. Hydrologic Model for Leachate Production Sanitary Landfill / R. Cossu, R. Canziani, G. Galoba // JSWA. Specialised Seminar of Sanitary Landfilling.- Amsterdam: 1988.
162. Cucera, B. EinflusseinigerFehler auf die Biegefestigkeit von Fichtenholz. [Текст] / B. Cucera // Holztechnologie, 1970, № 4. – S. 210-216.
163. Cucera, B. Holzfehler und ihrEinfluss auf die tehnsischeEigenschaften der Fichte und Kiefer. [Текст] / B. Cucera // Holztechnologie, 1972, № 1. – S. 8-17.
164. Cuevas J. The Performance of Natural Clay as a Barrier to the Diffusion of Municipal Solid Waste Landfill Leachates / Jaime Cuevas, Ana I. Ruiz, Isabel S. de Soto, Teresa Sevilla, Jesús R. Procopio, Pilar Da Silva, M Jesús Gismera, Mercedes Regadío, Nicanor Sánchez Jiménez, Manuel Rodríguez Rastrero, Santiago Leguey // Journal of Environmental Management.- Volume 95.- Supplement.- March 2012.- Pp.175-181.

165. De Vries W. Manual for Calculating Critical Loads of Heavy Metals for Aquatic Ecosystems / W. De Vries, D.J. Bakker, H.Scerdrup // DLO Winand Staring Centre.- Report 165.- The Netherlands: 1998.- 91 pp.
166. De Vries W. Manual for Calculating Critical Loads of Heavy Metals for Terrestrial Ecosystems / W. De Vries, D.J. Bakker // DLO Winand Staring Centre.- Report 166.- The Netherlands: 1998. - 144 pp.
167. Denafas G. Seasonal Variation of Municipal Solid Waste Generation and Composition in four East European Cities / Gintaras Denafas, Tomas Ruzgas, Dainius Martuzevičius, Sergey Shmarin, Michael Hoffmann, Valeriy Mykhaylenko, Stanislav Ogorodnik, Mikhail Romanov, Ekaterina Neguliaeva, Alexander Chusov, Tsitsino Turkadze, Inga Bochoidze, Christian Ludwig // Resources, Conservation and Recycling.- Vol. 89.- August 2014.- Pp. 22-30.
168. Ehrig H.J. Leachate Quality/ H.J. Ehrig // Landfilling: Process, Technology and Environmental Impact. London: Academic Press, 1994.
169. Ezugwu C. N. Dam Development and Disasters in Nigeria // International Journal of Engineering Research & Technology (IJERT). 2013. Vol. 2. № 9. P. 960-977;
170. Flawed Technology of Subtitle D Landfilling of Municipal Solid Waste / Report of G. Fred Lee & Associates.- El Macero, CA: December 2004.- Updated January 2007.- <http://www.members.aol.com/apple27298/SubtitleDFlawedTech-nPap.pdf>.
171. Fung Z., Pomun T., Charles K., Kirchherr J. Mapping the social impacts of small dams: The case of Thailand's Ing River basin [Electronic Recourse] // Ambio. 2019. № 48. P. 180–191. <https://doi.org/10.1007/s13280-018-1062-7>;
172. Hamilton D. H., Meehan R. L. Ground Rapture in the Baldwin Hills // Science. 1971. Vol. 172. P. 333-334;
173. Garrod G. Economic Valuation of the Environment: Methods and Case Studies / Guy Garrod, Ken Willis // Environment Resource Economics.- v.21.- iss. 1.-Jan.2002.- pp.101-102.
174. Grugnaletti M. An Easy-to-use Tool for the Evaluation of Leachate Production at Landfill Sites / Matteo Grugnaletti, Sara Pantini, Iason Verginelli, Francesco Lombardi // Waste Management.- March. 2016.
175. Iskander S. Resource Recovery from Landfill Leachate Using Bioelectrochemical Systems: Opportunities, challenges, and perspectives / Syeed Md Iskander, Brian Brazil, John T. Novak, Zhen He // Bioresource Technology.- Vol. 201.- Feb. 2016.- Pp. 347-354.
176. Islam J. Modeling Biogeochemical Processes in Leachate-Contaminated Soils: A Review /Jahangir Islam, Naresh Singhal, Michael O'Sullivan //

Transport in Porous Media.- v. 43: Kluwer Academic Publishers, 2001.- Pp.407–440.

177. Jones-Lee, A. Appropriate Use of MSW Leachate Recycling in Municipal Solid Waste Landfilling / A. Jones-Lee, , G. F. Lee // Proceedings Air and Waste Management Association. 93-rd national annual meeting.- CDrom paper 00-455.- Pittsburgh, PA: June 2000.- <http://www.gfredlee.com/nwqmc1.html>

178. Fukarek, P. Die Fichte und die Fichtenwalder an ihren. sudlichenArcal-grenzen in der Balkanlander [Text] /P. Fukarek // Rad. Akad. naukaiumjetn. BiH. Od. priroiiimat. Nauka. – 1970. – Bd. 39. – H.11.

179. Hartig, R. Forstl [Text]: – naturw. Z. 1892, I, 209-233.

180. Hegi, G. Illustrierte Flora von Mitteleuropa [Text] / G. Hegi. – Munchen, 1908. – 175 s.

181. Karnchanowong S/ Leachate from Landfill / S. Karnchanowong, T. Ikeguchi.// Industrial Waste Management Waste reduction and treatment, Site Remediation and purification. /Edited by W. Pillman // International Society for Environmental. Protection.- Vienna: Austria: April 22-27, 1992.

182. Kellomaki, S. Puustontiheydenvaikutuspuidenoksikkuutentaimikko – jariukuvaineenmannikoissa[Текст] / S. Kellomaki, A. Tuimala // FoliaForest/ - 1981/ - 478. – S. 1-27.

183. Kienitz, M. Ergebnisse der Versuchspfhanzung von Kiefern verschiedener Herkunft in der Oberforsterei [Text] / M. Kienitz// Z. Forst- und Jagdween. – 1922. – S. 87-111.

184. Kramer, H. Kronenaufbau und KronentwicklunggleihalterFichten-pflanzbestende [Текст] – «AllgenFost – und Yagtzeitung», 1962, 133, № 11.

185. Köster, E. Die Ausstreinigung von Fichtenbeständen [Текст] / E. Köster. – MitteilungenausForstwirtschaft und Forstwissenschaft, - 1935.

186. Lee, G. F. Application of Site-Specific Hazard Assessment Testing to Solid Wastes / G.F. Lee, R. A. Jones // Hazardous Solid Waste Testing.- ASTM STP 760 // R. Am8erican Society for Testing and Materials: 1981.- Pp. 331-344.

187. “Lee G. F. Association between Hazardous Chemical Sites and Ill-ness / G.F. Lee, A. Jones-Lee // Report of G. Fred Lee & Associates.- El Macero, CA: January 2007.- <http://www.members.aol.com/annejlee/HazChemSites-Ill-ness.pdf>

188. Mayer – Wegelin, H. Das Aufasten der Waldbaumen [Текст] / Hanno-ver, 1952

189. Melnyk K. Chemical Pollution and Toxicity of Water Samples from Stream Receiving Leachate from Controlled Municipal Solid Waste (MSW) landfill

- / K. Melnyk, L. Kuklińska, J. Wolska, L. Namieśnik // Environmental Research.- Vol. 135.- November 2014.- Pp 253-261.
190. Möller, C.M. The influence of pruning on the growth of conifers «Forestry». V. 35.n. 1. - 1962.
191. Munch, E. Beiträge zur Kenntnis der Kiefernrasse Deutschlands [Text] / E. Munch // Allgem. Forst- und Jagdzeitung. – 1925. – Jg. 101. – S. 310.
192. National Recycling Council.-By Notice dated April 6, 2000 (65 Fed. Reg. 18014).- Environmental Protection Agency (“EPA” USA).
193. Noble J.J. Experimental and Mathematical Modeling of Moisture Transport in Landfills/J J.Noble, A.E.Arnold //Chemical Engineering Communications.- v.100.- 1991.- pp. 95-111.
194. Novoselov A., Potrannii I., Novoselova I., Gassiy V. Conflicts Management in Natural Resources Use and Environment Protection on the Regional Level // Journal of Environmental Management and Tourism: ASERS Publishing. – Vol. 7. - No 3 (15). - Fall 2016. - pp. 407-415.
195. Novoselov A., Potravny I., Novoselova I., Gassiy V. Selection of priority investment projects for the development of the Russian Arctic // Polar Science. — 2017. — Vol. 14, Dec. — P. 68—77.
196. Pastor J. Heavy Metals, Salts and Organic Residues in Old Solid Urban Waste Landfills and Surface Waters in their Discharge Areas: Determinants for restoring their impact. J. Pastor, A.J. Hernández // Journal of Environmental Management.- Vol. 95. Supplement.- March 2012.- Pp. 542-549.
197. Qiu G. Prediction of municipal solid waste landfill settlement with leachate recirculation / G. Qiu, H. Sun. // International Conference on Consumer Electronics. Communications and Networks (CECNet): 2011.- Pp. 1516-1518.
198. Oksbjerg, E.B. Some phenomena associated with pruning «Forestry» [Текст] . V. 33.n. 1. - 1960
199. Radojevic M. Practical Environmental Analysis/ M. Radojevic, V.N. Bashkin.- Cambridge, UK: RSC, 1999. - 466 pp.
200. Regadío M. Containment and Attenuating Layers. An Affordable Strategy that Preserves Soil and Water from Landfill Pollution / Mercedes Regadío, Ana I. Ruiz, Manuel Rodríguez-Rastrero, Jaime Cuevas // Waste Management.- Vol. 46.- December 2015.- Pp. 408-419.
201. Regadío M. Pollution Profiles and Physicochemical Parameters in Old Uncontrolled Landfills / M. Regadío, A.I. Ruiz, I.S. de Soto, M. Rodríguez Rastrero, N. Sánchez, M.J. Gismera, M.T. Sevilla, P. da Silva, J. Rodríguez

Procopio, J. Cuevas.- Waste Management.- Vol. 32.- Issue 3.- March 2012.- Pp. 482-497.

202. Shuzhong Wang. Supercritical Water Oxidation of Landfill Leachate / Shuzhong Wang, Yang Guo, Chongming Chen, Jie Zhang, Yanmeng Gong, Yuzhen Wang // Waste Management, Vol. 31.- Issues 9–10.- September–October 2011.- Pp. 2027-2035.

203. Sivakumar Babu, G. Prediction of Long-Term Municipal Solid Waste Landfill Settlement Using Constitutive Model / G. Sivakumar Babu, K. Reddy, S. Chouskey, H. Kulkarni .- Practice Periodical of Hazardous, Toxic, and Radioactive Waste Management.- 2009. - 10.1061/(ASCE)HZ.1944-8376.0000024.- Pp. 139-150.

204. Solid Wastes. Origin, Collection, Processing and Disposal / Ed. by C. L., Mantell.- N. Y.: 1975.- 468 pp..

205. Sukhorukova I.V. ECONOMIC-MATHEMATICAL MODELING OF THE OPTIMAL USE OF TERRITORIES CONTAMINATED AFTER THE CHERNOBYL ACCIDENT International Journal of Professional Science. 2017. № 3. С. 21-28.

206. Sylven, N. Studien fiber den Formenrcichtum der Fichtc, faesonders fiber die Verzweigungstypen derselbcn und ihren forstlichcnWert [Text] / N. Sylven // Mitt, forstl. Versuchsanstalt Schwedens. – 1909. – H. 6.

207. Schiffel, A. Form und Inhalt der Weissfohre [Текст] Wien. 1907.

208. Schott, P.K. Rassen der gemeinen Kiefer, Pinussilvestris L, [Text] /P.K. Schott // Forstwiss. Cbl. – 1907. – S. 207.

209. Trendeltnburg, R. Das HolzalsRohstof [Текст] Munchen, - 1939.

210. Viswanadham B. Influence of Geogrid Layer on the Integrity of Compacted Clay Liners of Landfills /B. Viswanadham, A. Muthukumaran // Soils and Foundations.- 2007.- 10.- 3208.- sandf.47.517.- Pp. 517-532.

211. Wang Z., Lee J., Melching C. S. River Dynamics and Integrated River Management. Berlin: Springer. 2015. 847 p.

212. Wegelius, Th. The presence and properties of knots in finnishspruse [Текст] / Th. Wegelius // Astaforestaliafennica, 48, - 1940.

213. Wettstein, R. Grundzuge der georgaphische-morphologische Methode der pflanzensystematik [Text] / R. Wettstein. – Jena. – 1898. – 304 s.

214. Zare R., Kalantari B. Evaluating Negative Environmental Impacts Caused by Dam Construction // Urban Studies and Public Administration. Vol. 1. No. 1. 2018. P. 42-50.

215. Zederbauer, E. Исследования над обрезкой сучьев у лесных деревьев [Текст] «Лесной журнал», № 3. - 1910.

216. Zehetmayer, J.W.L. Forest pruning [Текст] «Wood» V. 19.n. 5. - 1954.
217. Zhan T.L.T. Vertical Migration of Leachate Pollutants in Clayey Soils beneath an Uncontrolled Landfill in Huainan, China: a field and theoretical investigation / T.L.T. Zhan, C. Guan, H.J. Xie, Y.M. Chen.- Science of The Total Environment.- Vol. 470–471. - 1 February 2014.- Pp. 290-298.
218. Zhou D. Column Test-based Optimization of the Permeable Reactive Barrier (PRB) Technique for Remediating Groundwater Contaminated by Landfill Leachates / Dan Zhou, Yan Li Yinbo Zhang, Chang Zhang, Xiongfei Li, Zhiliang Chen, Junyi Huang, Xia Li, Giancarlo Flores, Masashi Kamon // Journal of Contaminant Hydrology.- Vol. 168.- 1 November 2014.- Pp. 1–16.
219. Zumer, M. Det Norske Skogfors [Текст] 1966, 6, S. 408 – 569.

Сведения об авторах

Авдеев Юрий Михайлович

кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, кафедра городского кадастра и геодезии, Вологодский государственный университет, Вологда

Белый Анатолий Васильевич

кандидат географических наук, доцент, заведующий кафедрой городского кадастра и геодезии Вологодского государственного университета

Гассий Виолетта Валерьевна

доктор экономических наук, профессор, ФГБОУ ВО "Кубанский государственный университет", член рабочей группы социальных и гуманитарных исследований Международного Арктического научного комитета (IASC)

Заварин Денис Анатольевич

кандидат экономических наук, доцент кафедры городского кадастра и геодезии Вологодского Государственного Университета

Костин Антон Евгеньевич

кандидат сельскохозяйственных наук, преподаватель, Ярославский железнодорожный колледж, Ярославль

Мокрецов Юрий Владимирович

кандидат экономических наук, старший преподаватель, кафедра административно-правовых дисциплин, Вологодский институт права и экономики Федеральной службы исполнения наказаний России, Вологда

Сухорукова Ирина Владимировна

доктор экономических наук, профессор кафедры высшей математики, Российский экономический университет имени Г.В. Плеханова, г. Москва

Тесаловский Андрей Альбертович

кандидат технических наук, доцент кафедры городского кадастра и геодезии Вологодского государственного университета.

Хамитова Светлана Михайловна

кандидат сельскохозяйственных наук, доцент,
кафедра геоэкологии и рационального природопользования, Вологодский государственный университет, Вологда

Шмакин Виктор Борисович

кандидат геолого-минералогических наук. Вологодский государственный университет

Приложение

Приложение 3.3.1

Научные труды в области исследования сучковатости древесных стволов

Автор и год публикации	Название труда	Объекты исследований	Объемы исследований
1	2	3	4
Научные труды в области исследования сучковатости древесных стволов в насаждениях естественного происхождения на территории России.			
Н.Н. Бураков, 1930	Влияние сучков на механические свойства древесины сосны и ели	Анализ испытаний на прочность древесины сосны и ели разной сучковатости (Москва)	237 образцов
Н.С. Нестеров, 1933	Очерки по лесоведению	Очищаемость стволов сосны и ели естественного происхождения от сучьев в зависимости от возраста (Москва – Ленинград)	Нет данных
А.Р. Чистяков, 1949	Сучковатость ствола древесных пород (березы, сосны, осины) и методы её регулирования	Сучковатость стволов березы, ели и лиственницы (Мари-Л)	25 пробных площадей, 1050 модельных деревьев
М.Е. Ткаченко, 1955	Общее лесоводство	Обрезка сучьев, очищаемость стволов от сучьев у различных древесных пород (Москва-Ленинград)	Нет данных
Н.А. Зудин, 1957	Рост сосны и березы в условиях свежего бора Марийской АССР и влияние сосново-березовых насаждений на физические свойства почвы	Очищаемость стволов хвойных пород от сучьев в насаждениях различного состава (Йошкар-Ола)	Нет данных
В.Д. Зеликов, 1958	Микроклимат в ельниках	Очищаемость стволов ели от сучьев в насаждениях различного возраста (Московская область)	Нет данных
А.В. Вагин, 1958	Размер и количество сучков на стволах ели	Сучковатость стволов ели в средневозрастных, приспевающих, спелых и перестойных насаждениях черничного типа леса (Московская область)	436 модельных деревьев
В.Г. Нестеренко, 1965	Влияние низких температур на хрупкость сучьев	Хрупкость свежесрубленных сучьев ели, лиственница и березы, в зависимости от температуры (Уральский лесотехнический институт)	Образцы сучьев размерами: длина 100 мм, диаметр 9,5-11,0 мм.
В.И. Левин, 1966	Сосняки европейского севера	Очищаемость стволов сосны от сучьев по типам леса (Архангельская область)	1872 модельных деревьев
Д.А. Беленков, В.А. Капустин, 1968	Распределение длины бессучковой зоны сосновых хлыстов и некоторые вопросы их разделки	Выход бессучковой древесины бревен различной толщины и длины (Уральский лесотехнический институт, Свердловский НИИ лесной промышленности)	Нет данных
А.М. Межибовский, 1970	Влияние состава на полно-древесность и товарность ели	Сучковатость в елово-осиновых насаждениях различного возраста и состава насаждения (Калининская, Ярославская, Костромская и Горьковская области)	55 пробных площадей, 550 модельных деревьев

Автор и год публикации	Название труда	Объекты исследований	Объемы исследований
Б.В. Абутков, 1970	Очищение от сучьев и характер скрытой сучко-ватости березы в различных насаждениях	Скрытая сучковатость стволов деревьев березы в естественных насаждениях различного возраста и состава (Онцевский район Сиверского лесхоза, Яндебское лесничество Лодейнопольского лесхоза)	4 пробные площади, 80 модельных деревьев
О.И. Полубояринов, 1971	Оценка качества древесного сырья	Сучковатость различных древесных пород (Ленинград)	Нет данных
Г.Н. Некрасова, 1970	Ядрообразовательный процесс у осины в связи с очищением ствола от сучьев	Очищаемость стволов от сучков деревьев осины с различным ходом процесса ядрообразования (Ленинградская лесотехническая академия)	53 модельных дерева, 2556 хлыстов и сортиментов
Э.А. Бусова, 1970	К вопросу об освещенности в еловых и смешанных молодняках средней подзоны тайги Коми АССР	Очищаемость стволов от сучков в сосновых и еловых молодняках естественного происхождения в зависимости от густоты и освещенности (республика Коми)	Нет данных
Ю.А. Бедржицкий, М.Е. Каган, 1971	Влияние сучков на прочность и деформативность древесины лиственных пород при поперечном изгибе	Сучки и их влияние на прочность древесины ольхи, осины и тополя (Московский инженерно-строительный институт)	223 образца
О.И. Полубояринов, 1972	Сучковатость древесного сырья	Рассмотрена сучковатость древесных пород с позиций различных подходов, влияние разных факторов (Ленинград)	Нет данных
И.М. Извекова, 1972	Влияние обрезки крон на рост сосны и ели	Обрезка крон сосны и ели в молодняках естественного происхождения (Ленинградская лесотехническая академия)	150 модельных деревьев
Л.В. Коротяев, А.В. Ростовцев, 1972	Вес кроны деревьев основных промышленных пород севера	Параметры крон в зависимости от объема хлыста (Архангельский лесотехнический институт)	Нет данных
И.И. Гусев, Н.Н. Соколов, 1973	Объем сучьев и вес хвойной лапки в Ельниках Севера	Форма, размеры, вес и объем сучков спелых насаждений ели естественного происхождения (Архангельская область и республика Коми)	8 пробных площадей, 1919 диаметров у основания сучков, 1350 длин сучков
О.И. Полубояринов, 1974	Влияние лесохозяйственных мероприятий на качество древесины	Сучковатость древесины под влиянием лесохозяйственных мероприятий (Ленинград)	Нет данных
В.П. Левченко, 1974	Упругие деформации сучков сосны	Рассмотрено влияние нагрузки сучки (Москва)	Нет данных
Б.В. Абутков, 1975	Процесс очищения деревьев от сучьев в разных насаждениях	Образование и отмирание сучьев в ходе жизнедеятельности деревьев березы (Ленинград)	Нет данных
В.А. Ряхин, 1975	О влиянии состава насаждений на сучковатость деревьев сосны	Взаимосвязь сучковых зон с составом и возрастом естественных сосновых насаждений (Карелия)	60 пробных площадей 930 сучковых зон
И.И. Гусев, 1976	Взаимосвязи прироста и таксационных показателей деревьев в ельниках Севера	Особенности взаимосвязи показателей прироста стволовой древесины (в т.ч. с длиной и шириной кроны) по типам возрастной структуры таежных ельников	24 пробные площади

Автор и год публикации	Название труда	Объекты исследований	Объемы исследований
О.И. Полубояринов, 1976	Квалиметрия древесного сырья в процессе лесовыращивания	Методы анализа наружной сучковатости стволов деревьев (Ленинградская, Новгородская, Мурманская, Горьковская, Вологодская области и Карелия)	Нет данных
О.И. Полубояринов, 1976	Оценка качества древесины насаждений на основе комплексного показателя	Бессучковая зона ствола и её применение при расчете комплексного показателя качества древесного сырья (Ленинград)	Нет данных
А.М. Межибовский, А.А. Великотный, 1973	Некоторые особенности товарной структуры смешанных ельников и пути ее улучшения	Очищаемость стволов от сучьев в зависимости от полндревесности деревьев, содержания поздней древесины, типа леса в естественных древостоях ели, пихты, осины различного возраста (Южная тайга и хвойно-широко-лиственные леса).	1266 модельных деревьев
Е.Л. Маслаков, А.М. Голиков, А.И. Толстопащенко, 1979	Формы сосны и их хозяйственное значение	Сучковатость стволов в зависимости от формы кроны, типа леса, класса бонитета, (Псковская область)	Узкокронные образцы - 477 модельных деревьев; Рядовые - 1233; Ширококронные - 653
О. И. Полубояринов, Н. С. Полончук, 1980	Влияние рубок ухода на комплексные показатели качества древесины	Исследования естественных сосновых насаждений осуществлены после проведения рубок ухода. Замеряна протяженность бессучковой зоны (Боярский лесхоз Киевской области)	18 деревьев: 6 - в возрасте 12-18 лет, других 6 - в возрасте 36 - 42 года и последних 6 - в возрасте 63 - 65 лет.
Г.Л. Кравченко, 1981	Прогнозирование онтогенеза на основе характеристики протяженности кроны деревьев сосны обыкновенной	Рассчитан объем сучьев на дереве в зависимости от возраста и типа онтогенеза	Нет данных
Ю.В. Преснухин, 1981	Протяженность и возраст кроны у сосны в средневозрастных древостоях	Выявлены взаимосвязи протяженности кроны и высоты дерева, диаметра ствола на 1,3 высоты, относительным диаметром ствола. Средневозрастные чистые насаждения сосны (Европейская часть России: Брянск, Калинин, Олонец, Гирвас)	15-20 модельных деревьев на пробной площади
Р.Б. Федоров, 1986	Географическая изменчивость некоторых показателей качества древесины сосны обыкновенной в лесной зоне Европейской части СССР	Особенности сучковатости (протяженности сучковых зон ствола, диаметр у основания сучка, древесины относительно географического положения насаждений сосны естественного происхождения. (Ленинград)	84 пробные площади, 400 модельных деревьев.
И.И. Гусев, 1976	Взаимосвязи прироста и таксационных показателей деревьев в ельниках Севера	Особенности взаимосвязи показателей прироста стволовой древесины (в т.ч. с длиной и шириной кроны) по типам возрастной структуры таежных ельников	24 пробные площади
М.А. Клинов, И.С. Гелес, 1991	Влияние комплексного ухода за лесом на текущий прирост и качество древесины сосны	Сучковатость стволов сосны	Нет данных

Автор и год публикации	Название труда	Объекты исследований	Объемы исследований
Л.В. Коротяев, 1998	Природные характеристики деревьев и хлыстов	Параметры кроны (длина, диаметр, площадь поперечного сечения, объем, масса, плотность), сучьев (толщина, длина, объем, угол прикрепления) в естественных еловых, сосновых, березовых, осиновых древостоях (А = 40-96 лет) (северо- и среднетаёжные районы Архангельской и Вологодской области).	4178 деревьев, 5388 хлыстов.
Научные труды в области исследования сучковатости древесных стволов в насаждениях искусственного происхождения на территории России.			
Н.С. Нестеров, 1909	Опилка сучьев как мера ухода в строевом лесу	Мероприятия по удалению боковых почек на стволах сосны в 7-летнем возрасте (ТСХА)	Нет данных
П.С. Кондратьев, 1939	Влияние густоты посадки на рост сосновых насаждений	Протяженность кроны в зависимости от густоты посадки сосны в культурах (Опытная дача Сельскохозяйственной академии им. К. Тимирязева)	79 учетных деревьев
А.Н. Кузнецов, В.А. Старостин, 1988	О выходе бессучковой древесины в связи с обрезкой ветвей в культурах	Обрезка сучьев и выход бессучковой древесины в культурах ели различного возраста (ЛенНИИЛХ)	Нет данных
О.И. Антонов, 2000	Влияние обрезки ветвей на рост культур и качество древесины ели	Обрезка сучьев в культурах ели (Ленинградская область)	12 пробных площадей, 12 модельных деревьев, 120 кернов
В.И. Мелехов, Н.А. Бабищ, С.А. Корчагов, 2003, 2005	Качество древесины сосны в культурах (2003); Качественные характеристики древесины сосны в культурах (2005)	Изменчивость сучковатости сосны, ели в культурах и естественных насаждениях в зависимости от рубок ухода, географического фактора, условий местопроизрастания (Архангельская область)	38 пробных площадей
Н.А. Бабищ, В.И. Мелехов, А.М. Антонов, Д.Н. Клевцов, Д.Ю. Коновалов, 2007	Влияние условий местопроизрастания на качество древесины сосны в посевах	Протяженность живой кроны, коэффициент очищаемости стволов от сучьев в культурах сосны черничного и брусничного типов леса (Архангельская область, Емецкий учебно-опытный лесхоз)	14 модельных деревьев с пробной площади
И.В. Шутов и др., 2007	Плантационное лесоводство	Выращивание древостоев целевого назначения с оптимальной сучковатостью (Ленинградская и Псковская области)	Нет данных
Д.Ю. Коновалов, 2007	Качество древесины культур сосны в подзонах северной и южной тайги	Сучковатость стволов под влиянием географической зональности (Архангельская, Вологодская область)	28 пробных площадей, 1512 сучковых зон, 140 модельных деревьев

Электронное научное издание
сетевого распространения

Экология, окружающая среда и человек
монография

По вопросам и замечаниям к изданию, а также предложениям к сотрудничеству обращаться по электронной почте mail@scipro.ru

Подготовлено с авторских оригиналов



ISBN 978-5-907072-80-0



Усл. печ. л. 11.6.

Объем издания 15,3 МВ

Оформление электронного издания: НОО
Профессиональная наука, mail@scipro.ru

Дата размещения: 05.06.2019 г.

URL: <http://scipro.ru/conf/monographeology.pdf>.