

**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования «Саратовский государственный аграрный
университет им.Н.И.Вавилова»**

На правах рукописи

АВТОНОМОВ АЛЕКСЕЙ НИКОЛАЕВИЧ

**НАУЧНОЕ ОБОСНОВАНИЕ АГРОТЕХНИЧЕСКИХ ПРИЕМОВ
СОЗДАНИЯ ЗАЩИТНЫХ ЛЕСНЫХ НАСАЖДЕНИЙ В ЛЕСОСТЕПНОЙ
ЗОНЕ ПРИВОЛЖСКОЙ ВОЗВЫШЕННОСТИ**

06.03.03 – Агролесомелиорация, защитное лесоразведение и озеленение
населённых пунктов, лесные пожары и борьба с ними

ДИССЕРТАЦИЯ

на соискание ученой степени доктора
сельскохозяйственных наук

Научный консультант: доктор
сельскохозяйственных наук,
доцент Маштаков Дмитрий
Анатольевич

Саратов - 2022

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	4
1 ОПЫТ СОЗДАНИЯ ЗАЩИТНЫХ ЛЕСНЫХ НАСАЖДЕНИЙ НА СКЛОНОВЫХ ЗЕМЛЯХ	11
ВЫВОДЫ ПО ГЛАВЕ 1	25
2 КОНЦЕПЦИЯ СОЗДАНИЯ ЗАЩИТНЫХ ЛЕСНЫХ НАСАЖДЕНИЙ В ЛЕСОСТЕПНОЙ ЗОНЕ ПРИВОЛЖСКОЙ ВОЗВЫШЕННОСТИ	26
ВЫВОДЫ ПО ГЛАВЕ 2	37
3 ПРОГРАММА, МЕТОДИКА И ОБЪЕКТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ	38
3.1 Обоснование выбора региона исследования	38
3.2 Характеристика экологических условий района исследования	39
3.3 Программа и методика исследований	44
3.4 Характеристика объектов исследований	48
ВЫВОДЫ ПО ГЛАВЕ 3	59
4 АГРОЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА СКЛОНОВ ЛЕСОСТЕПИ ПРИВОЛЖСКОЙ ВОЗВЫШЕННОСТИ	60
4.1 Общая характеристика почвенно-климатических условий лесостепи Приволжской возвышенности	60
4.2 Климатические и геоморфологические особенности склоновых земель	63
4.2.1 Присурский подрайон	71
4.2.2	77
4.2.3 Центральный подрайон	84
4.2.4 Цивиль-Кубнинский подрайон	92
4.2.5 Кубня-Булинский подрайон	95
4.3 Особенности строения почвенных профилей склоновых земель	99
4.4 Гидротермические особенности склонов полярных экспозиций	120
4.5	136
4.6	153
4.7 Видовое разнообразие травянистой растительности на склонах экспозиции и крутизны	157
4.8	186
распределения	186
ВЫВОДЫ ПО ГЛАВЕ 4	215
5 РОСТ ДРЕВЕСНЫХ ПОРОД В ЗАЩИТНЫХ ЛЕСНЫХ НАСАЖДЕНИЯХ НА СКЛОНАХ ЛЕСОСТЕПИ ПРИВОЛЖСКОЙ ВОЗВЫШЕННОСТИ	218
5.1 Общая характеристика защитных лесных насаждений на склонах лесостепи Приволжской возвышенности	218
5.2 Влияние защитных лесных насаждений на продуктивность склоновой растительности	229
5.3 Ход роста древесных пород в защитных лесных насаждениях на склонах в Центральном подрайоне	233
5.4 Ход роста древесных пород в защитных лесных насаждениях на склонах в Присурском подрайоне	240
5.5 Ход роста древесных пород в защитных лесных насаждениях на склонах в Приволжском подрайоне	247

5.6	Ход	261
5.7	Ход роста древесных пород в защитных лесных насаждениях на склонах в Кубня-Булинском подрайоне	265
5.8	Особенности фенологии древесных растений на склонах полярных экспозиций	271
5.9	Структурная организация древесных растений на склоновых землях	278
	ВЫВОДЫ ПО ГЛАВЕ 5	286
	6 АГРОТЕХНИЧЕСКИЕ ПРИЕМЫ СОЗДАНИЯ ЗАЩИТНЫХ ЛЕСНЫХ НАСАЖДЕНИЙ В ЛЕСОСТЕПНОЙ ЗОНЕ ПРИВОЛЖСКОЙ ВОЗВЫШЕННОСТИ	288
6.1	Агротехнические приемы создания защитных лесных насаждений на склонах	288
6.1.1	Агротехнические приемы создания защитных лесных насаждений с главной породой сосной обыкновенной	289
6.1.2	Агротехнические приемы создания защитных лесных насаждений с главной породой елью европейской	293
6.1.3	Агротехнические приемы создания защитных лесных насаждений с главной породой дубом черешчатым	296
6.1.4	Агротехнические приемы создания защитных лесных насаждений с лиственницей сибирской	302
6.2	Совершенствование агротехнических приемов создания защитных лесных насаждений на склонах лесостепи Приволжской возвышенности	305
6.3	Видовой состав древесных, кустарниковых пород с учетом дифференциации склоновых земель по лесопригодности	315
6.4	Подготовка посадочного материала	328
6.5	Лесоводственная оценка создания защитных лесных насаждений на склонах	331
	ВЫВОДЫ ПО ГЛАВЕ 6	341
	7 ЭКОНОМИЧЕСКАЯ И ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ АГРОТЕХНИЧЕСКИХ ПРИЕМОВ СОЗДАНИЯ ЗАЩИТНЫХ ЛЕСНЫХ НАСАЖДЕНИЙ НА СКЛОНАХ	344
7.1		344
7.2	Энергетическая эффективность агротехнических приемов создания защитных лесных насаждений на склонах	349
	ВЫВОДЫ ПО ГЛАВЕ 7	357
	ЗАКЛЮЧЕНИЕ	358
	РЕКОМЕНДАЦИИ	361
	ПЕРСПЕКТИВЫ ДАЛЬНЕЙШЕЙ РАЗРАБОТКИ ТЕМЫ	362
	СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ	363
	ПРИЛОЖЕНИЯ	404

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность темы исследования. За всю историю защитного лесоразведения в России на сельскохозяйственных землях было посажено 5,2 млн. га защитных лесных насаждений (ЗЛН). К настоящему времени в силу различных причин их площадь уменьшилась до 2,74 млн. га, что в 3 раза меньше научно обоснованных норм облесения, из них около 1,4 млн. га, нуждаются в срочном лесохозяйственном уходе, улучшении их санитарного состояния и повышении агролесомелиоративной эффективности. Более 50 тыс. га не удовлетворяют необходимым требованиям по состоянию или по составу деревьев и кустарников и подлежат реконструкции, около 10 тыс. га старовозрастных насаждений нуждаются в рубках возобновления. Проблема создания высокоэффективных насаждений на склонах в условиях лесостепной зоны Приволжской возвышенности обусловлена отсутствием адаптированных технологий и слабой разработанностью агротехнических приемов создания защитных лесных насаждений с учетом их устойчивости к экстремальным условиям среды. Использование ассортимента древесных и кустарниковых пород при создании защитных лесных насаждений без учета их биологических особенностей и требований к почвенно-климатическим условиям приводит к массовому усыханию посадок, особенно на солнечных экспозициях склона. Успешность роста защитных лесных насаждений зависит от того, насколько полно удовлетворяются потребности древесных растений в основных факторах условий среды обитания. Сложные агроклиматические условия на склонах не позволяют успешно формировать полноценные насаждения с максимальным использованием их защитных функций, что снижает эффективность лесомелиоративных мероприятий. Поэтому разработка агротехнических приемов создания защитных лесных насаждений, применяемой техники, ассортимента древесно-кустарниковой растительности с использованием

испытанных и акклиматизированных растений в лесостепной зоне Приволжской возвышенности является актуальным и востребованным в современных условиях.

Степень разработанности темы. Результаты диссертационных исследований, фактические данные по исследованию роста и развития древесных растений, зонирование склонов по лесопригодности и совершенствование агротехники создания защитных лесных насаждений на них в лесостепной зоне Приволжской возвышенности, продолжают идеи и разработки Н.И. Суса (1949), А.С. Козменко (1954), Г.Н. Высоцкого (1962), Г.А. Черемисинова (1972), И.А. Кузника (1974), Г.П. Сурмача (1976, 1992), А.В. Соколова и Н.П.Розова (1976), Н.П. Калиниченко (1978, 1985), С.С. Соболева (1980), А.Х. Газизуллина (1993), Н.Ф. Ганжара (2001), П.Н. Проедова (2002, 2010, 2016), Е.П. Проценко (2005), Я.Н. Ишутина (2006), В.И. Михина (2006, 2011), В.Н. Анопина и Ю.В. Бондаренко (2007), К.Н. Кулика (2009, 2012), С.Н. Крючкова (2014), А.Т. Барабанова (2015), А.Т. Сабирова (2014, 2016), Д.А. Маштакова (2015), В.В. Танюкевича (2018), А.С. Манаенкова (2018), В.М. Ивонина (2020), Н.Н. Дубенка (2020), А.С. Рулева (2020) и других ученых.

Цель исследования – повышение устойчивости и эффективности защитных лесных насаждений на склоновой территории путем совершенствования ассортимента древесно-кустарниковых растений и агротехники их создания в лесостепи Приволжской возвышенности.

Задачи исследований:

- разработать концепцию создания защитных лесных насаждений в лесостепной зоне Приволжской возвышенности;
- установить основные критерии, определяющие выбор агротехнических приемов при создании защитных лесных насаждений на склонах солнечных и теневых экспозиций;

- провести детализацию и уточнение границ почвенно-климатических районов;
- выявить особенности почвенно-климатических условий склонов разных экспозиций с выделением типов условий местопроизрастания для выбора агротехнических приемов создания защитных лесных насаждений;
- изучить зависимость видового разнообразия, роста и состояния травянистой растительности от экспозиции и почвенно-климатических условий склонов;
- определить закономерности роста и развития древесных пород на склонах разных экспозиций и в разных типах условий местопроизрастания;
- усовершенствовать агротехнику создания защитных лесных насаждений на склонах разной крутизны и экспозиций с учетом взаимовлияния древесных и кустарниковых пород и их приуроченности к почвенным условиям склонов;
- оценить экономическую и энергетическую эффективности усовершенствованной агротехники создания защитных лесных насаждений.

Научная новизна исследований. Сформирована научная концепция выбора агротехнических приемов создания защитных лесных насаждений, методология и структурная схема типов условий местопроизрастания склоновых земель. Усовершенствована основа выбора агротехнических приемов создания защитных лесных насаждений по результатам дифференциации склонов разных экспозиций на основе исследования видового разнообразия травянистых растений и величины формирования наземной и подземной вегетативной массы растений. Модифицирована классификация типов условий местопроизрастания на склонах. Разработана математическая модель, позволяющая прогнозировать накопление вегетативной массы травянистых растений на разных высотных уровнях склона. На основе исследования хода роста древесных пород установлено соответствие их

состава, структуры и роста в защитных лесных насаждениях типам условий местопроизрастания склонов и на их основе составлен ассортимент применяемых древесных и кустарниковых растений. На основе предложенной концепции, усовершенствованы агротехнические приемы создания защитных лесных насаждений на склонах, заключающиеся в применении настилов из растительных материалов по подготовленным площадкам и использовании разработанного лесопосадочного агрегата.

Теоретическая и практическая значимость работы. Теоретические положения, методические подходы и результаты исследований использованы при разработке агротехнических приемов создания защитных лесных насаждений на склонах. Усовершенствованная агротехника создания защитных лесных насаждений на склонах на основе разработанной концепции является вкладом в теорию агролесомелиорации и противоэрозионного земледелия. Результаты математического моделирования роста и развития деревьев, накопления вегетативной массы надземных и подземных органов растений могут быть использованы при разработке технологических карт проектирования и выращивания защитных лесных насаждений. Теоретические разработки позволяют решать ряд научно-прикладных задач, связанных с повышением устойчивости, долговечности и защитной функции лесных насаждений, в установлении закономерности роста древесных пород в зависимости от почвенно-климатических условий склона в лесостепной зоне Приволжской возвышенности.

Практическая значимость работы обосновывается усовершенствованной агротехникой создания защитных лесных насаждений на склонах с использованием специальных настилов из растительных остатков. Научные разработки по восстановлению естественных склоновых земель использованы при разработке проектов районной планировки территории сельских поселений

Чувашской Республики и Ульяновской области путем создания биоэкологического каркаса территории по гидрографическим и овражно-балочным сетям, что подтверждается актами внедрения. Материалы диссертации представлены в монографии «Защитные лесные насаждения в лесостепи Приволжской возвышенности» (Чебоксары, 2018).

Отдельные положения диссертации подтверждены патентами: Патент РФ на изобретение № RU 2340480 С1 «Устройство для сбора и прессования опавшей листвы», опубликован 10.12. 2008 г., Патент РФ на изобретение № RU 2389177 С1 «Комбинированный агрегат для облесения крутых задернованных склонов оврагов и балок», зарегистрирован 20.05. 2010 г., Патент РФ на изобретение № 2336679 С1 «Устройство для обрезки стержневого корня сеянцев», опубликован 27.10.2008 г. Предложенные практические рекомендации по агротехнике создания защитных лесных насаждений позволили получить положительный экономический эффект.

Методология и методы исследования. Методологическую основу исследований в защитном лесоразведении на склонах составляет система методов, заимствованных из разных наук (лесоведение, агролесомелиорации, почвоведения, гидрологии, физики, химии, математики, геологии, географии, ГИС и др.), модифицированных и адаптированных в соответствии с поставленными целями и задачами. Прикладные и теоретические исследования выполнены с применением положений и методов классической лесной мелиорации и лесоводства, использованы стандартные и частные методики проведения экспериментов и методов их планирования. В исследованиях были использованы: системный подход анализа и синтеза; классификация; аналитическое моделирование и испытание (мелкоделяночные, лабораторные и вегетационные почвенные опыты); методы: обобщение, интерполяция, наблюдение, сравнение, описание, картографический, ГИС, вариационная и

математическая статистика (с применением пакетов прикладных программ Statistica, Microsoft Excel, Curve Expert).

Положения, выносимые на защиту:

- концептуальные основы создания защитных лесных насаждений в лесостепной зоне Приволжской возвышенности;
- критерии, определяющие выбор агротехнических приемов при размещении защитных лесных насаждений на склонах теневых и солнечных экспозиций;
- детализация и уточнение границ районов в лесостепной зоне Приволжской возвышенности по почвенно-климатическим условиям;
- учет типов условий местопроизрастания при выборе агротехнических приемов создания защитных лесных насаждений на склонах;
- дифференциация склонов разных экспозиций для выбора агротехнических приемов создания защитных лесных насаждений;
- исследования закономерности роста и развития древесных пород на склонах разных экспозиций и в разных типах условий местопроизрастания;
- агротехнические приемы создания защитных лесных насаждений и ассортимент древесно-кустарниковых пород на склонах разной крутизны и экспозиций;
- экономическая и энергетическая эффективность агротехники создания защитных лесных насаждений.

Степень достоверности и апробации результатов подтверждаются результатами статистического анализа с использованием современных программных средств. Научные положения, выводы и рекомендации, сформулированные в диссертации, подкреплены убедительными фактическими данными, наглядно представленными в приведенных таблицах и рисунках. Подготовка, статистический анализ и интерпретация полученных результатов

проведены с использованием современных методов обработки информации и статистической обработки. Основные положения и материалы работы доложены на международных, всероссийских, региональных научно-практических конференциях: «Агроэкологические проблемы сельскохозяйственного производства» (Пенза, 2007), «Проблемы биоэкологии и пути их решения» (Саранск, 2008), «Изучение растительных ресурсов Волго-Камского края» (Чебоксары, 2008), «Экологические проблемы промышленных городов» (Саратов, 2009), «Современные проблемы теории и практики лесного хозяйства» (Йошкар-Ола, 2009), «Эффективное природопользование на региональном, городском и муниципальных уровнях» (Чебоксары, 2011), «Современное общество: наука, техника, образование» (Нефтекамск, 2016).

Публикации: По материалам диссертационных исследований было опубликовано 35 научных работ, объемом 34,5 п. л., из них 12,9 п. л. – авторские, в том числе 10 статей в изданиях, рекомендованных ВАК России для публикации материалов докторских и кандидатских диссертаций, объемом 3,77 п. л., из них 2,61 п. л. – авторские, 1 монография, получены 3 патента.

Структура и объем работы. Диссертационная работа состоит из введения, 7 глав, заключения и рекомендаций. Работа изложена на 470 страницах машинописного текста, содержит 81 таблицу, 109 рисунков и 15 приложений. Список использованной литературы представлен 369 наименованиями, из них 65 на иностранных языках.

1 ОПЫТ СОЗДАНИЯ ЗАЩИТНЫХ ЛЕСНЫХ НАСАЖДЕНИЙ НА СКЛОНОВЫХ ЗЕМЛЯХ

Противоэрозионные защитные лесные насаждения на склонах – это насаждения, создаваемые по склонам и откосам овражно-балочных систем с целью регулирования стока вод, предотвращения смыва и размыва и повышения устойчивости склоновых земель. Лесные насаждения на склонах все время находятся под угрозой воздействия водной и ветровой эрозии, снеговой нагрузки и динамических процессов, приводящих к смещению горных пород. Многими отечественными и зарубежными учеными разработаны научно обоснованные мероприятия по защите склоновых земель от ветровой и водной эрозии почв и других неблагоприятных природных факторов. Одной из мер по защите земель является противоэрозионная организация территории склона, включающая создание устойчивых насаждений с учетом их биологических особенностей и агроэкологических условий склоновых земель.

А.С. Козменко в процессе исследования эрозионных земель на водосборных площадях склоновых земель выделил приводораздельный, присетевой и гидрографический лесокультурные фонды [161]. Научные основы организации и ведения защитного лесоразведения были сформированы и предложены выдающимся русским ученым В.В. Докучаевым [132]. Теоретические основы улучшения земель базировались на результатах крупных исследований А.В. Альбенского [49], В.Н. Виноградова [98], В.Р. Высоцкого [103], Г.В.Добровольского [129], В.В. Докучаева [132], А.П. Дедкова [121-124], Л.О. Карпачевского [150, 151], А.Н. Каштанова [153], Н.А. Качинского [152], Г.Я. Матис [193], М.А. Орлова [222], Е.С. Павловского [223], и многих других. Комплексный анализ в системе климат, почва, растение позволил установить особые закономерности во взаимосвязи факторов среды существования живых организмов в условиях эрозии. [49, 139, 148, 149, 160, 169, 172, 251, 252, 273, 302, 325]. Исследования влияния систем лесных полос на элементы микроклимата, увлажнение почвогрунтов и режим грунтовых вод способствовали формированию мнения научного сообщества о том, что

агролесосистемы существенно улучшают микроклимат территорий, способствуют повышению продуктивности сельскохозяйственных угодий [27, 34, 47, 55, 56]. Ряд теоретических и экспериментальных исследований структуры агролесосистем, их полевых защитных и почвозащитных функций послужили переходом на системный уровень теоретического развития агролесомелиорации. Функции, которые выполняют защитные лесные насаждения чрезвычайно многообразны и значительны для агролесоландшафтов. Защитные лесные насаждения регулируют распределение влаги и изменяют температуру воздуха и почвы, влияют на интенсивность таяния снега и впитывания влаги в почву, равномерно распределяют склоновый сток и определяют характер аккумуляции склонового наноса и степень эрозии. Естественная устойчивость почв к размыву на склонах зависит от содержания в них гумуса и его качественного состава, емкости поглощения и состава почвенно-поглощающего комплекса, структурного состава и водопрочности агрегатов, механического и минералогического состава, карбонатности и физико-механических свойств [204, 206, 231, 263, 280, 344, 345, 346].

Установлено, что содержание гумуса в типичных черноземах в среднем составляет 8-12%, в обыкновенных черноземах – 5-8%, в дерново-намытых, слоисто-зернистых – 9,4%. На смытых же почвах содержание гумуса понижается: до 4,2–5,6% – в слабосмытых; до 3,3–3,5% – в среднесмытых; до 2,0–2,9% – в сильно смытых обыкновенных черноземах [297, 298]. Особое значение имеет наличие или отсутствие растительного покрова на склонах и его характер [296, 311, 321, 329]. Травяной и особенно лесной покров скрепляет почву, а лесная подстилка предохраняет почву от размыва и сохраняет ее водопроницаемость. Кроме того, лесные почвы благодаря своей скважности и высокой водопроницаемости переводят поверхностный сток талых и дождевых вод в почвенно-грунтовый [245, 246, 247].

Лесные насаждения и травяной покров не только способствуют распределению влаги на поверхности, но и задерживают частицы, уже смытые в верхней части склонов, препятствуя их поступлению в подножье склона [251,

252, 264, 279, 289]. Поэтому лесная растительность на склонах, особенно на крутых, имеет большое значение для повышения устойчивости экологической системы в целом. Одним из факторов, влияющих на устойчивость фитоценозов на склонах, является температура. А.И. Каштанов и В.Е. Явтушенко [153] в Белгородской области изучая выщелеченные черноземы установили, что «склоны солнечной экспозиции отличаются от теневых большим поступлением солнечной радиации – 0,18 и 0,17 дж–см /мин. соответственно, более высокой температурой воздуха 20,9 и 19,5°C, температурой поверхности почвы – 23,7 и 20,3°C». Такую же закономерность установили в ходе исследования склоновых земель в Курской области. Результаты показали, что «разница средних температур почвы на склонах теневой и солнечной экспозиции в весенний период составляет около 4°C, а по некоторым данным эта разница доходит до 7°C» [160]. При воздействии высокой температуры на поверхность почвы ранней весной у растений на склонах солнечной экспозиции на 4-6 дней раньше начинается вегетационный период, сокращается период их вегетации. В.П. Мосолов [209] приводит данные, что на солнечном склоне созревание растений ускоряется на 7–14 дней по сравнению со склоном теневой экспозиции. Разница температур воздуха на склонах полярных экспозиций достигает 6–7 °C, а температура почвы на глубине 1 см – 5–7 °C. Изменение температурного режима почв на склонах отмечали также Г.П. Макарова [191] и Ю.В. Куваева [173]. Наиболее обеспеченными климатическими ресурсами, независимо от растительной зоны являются склоны солнечных экспозиций, наименее – теневые склоны [176, 177, 183, 211, 292, 320, 321]. В то же время склон солнечных экспозиций при крутизне более 20⁰ становится экологически неблагоприятным для роста и развития растений из-за высоких температур и недостатка влаги.

Неоднородность теплового и водного режима склонов способствует колебаниям изменений основных почвообразовательных процессов и, как следствие, формированию на склонах почв с разными характеристиками плодородия и соответственно и типов растительности. Поэтому одной из

первопричин неоднородности в распределении растительности на склонах можно считать экспозицию склона и плодородие почвы.

В трудах В.В. Докучаева [132]; К.К. Захарова [140]; Г.Н. Высоцкого [103] изложены фактические результаты о прямом и косвенном влиянии рельефа на процессы почвообразования. Рельеф влияет на развитие эрозионных процессов. В то же время рельеф влияет на характер дифференциации земной поверхности в следствии переноса почвенных частиц и формирования почвы [16, 57, 58, 91, 102, 107, 182, 183, 219, 230, 258, 330, 332]. В зависимости от рельефа местности формируется почвенное плодородие. Интенсивность почвообразования напрямую зависит от почвенно-климатических условий и начальной геоморфологической структуры склонового ландшафта. Разнообразие форм рельефа сопровождается существенным варьированием плодородия почв. При прочих равных условиях плодородие будет зависеть от положения участка в рельефе, крутизны и формы склона, его экспозиции, то есть совокупных свойств рельефа [202, 207, 309]. Главным условием устойчивого функционирования склоновых земель является не просто достаточно высокий уровень видового разнообразия, а наличие исторически сложившегося коадаптивного комплекса биоты [336]. Высокий уровень биологического разнообразия не является гарантией высокой устойчивости экосистем склонов. Необходимо еще, чтобы в них сохранялся стабильный объем фонда доступных для растений форм элементов питания. Фактор его поддержания – это, как известно, звено консументов и деструкторов, высокий уровень разнообразия которого обеспечивает сохранение стабильности (устойчивости), несмотря на колебания условий среды, биологического круговорота вещества в экосистемах [19, 73, 125, 137, 180, 261, 330, 332, 334].

А.А. Роде [255] отмечает, что «в основе всех водно-эрозионных явлений лежит прежде всего поверхностный смыв, то есть плоскостная эрозия». Формирование оврагов, образование оползней и отрывин, вынос почвы с поверхности склона - все это результат плоскостной эрозии. В изучение эрозионных процессов значительный вклад внесли естествоиспытатели Ю.В.

Бондаренко и др. [77,78], И.П. Здоровцов [142], В.М. Ивонин [145,146], А.С. Козменко [161], Н.М. Коротина [169], И.А. Кузник [175], Г.А. Ларионов [183], С.С. Максимов [192], С.Н. Пияшова [232], П.Н. Проездов [242], М.М. Сироткина [268], С.С. Соболев [269], Г.И. Швебс [301], О.А. Шлемпа [305], Э.Л. Якименко [308], и др.

Проблемам влияния лесных полос на эрозию почв посвящены работы А.В. Альбенского [49], Ю.В. Бондаренко [77], В.Н. Виноградова [98], В.Р. Высоцкого [103], И.А. Кузника [175], Г.А. Ларионов [183], Д.А. Маштакова и др. [195, 196, 197], Г.П. Сурмача [280], А.М. Трофимова (1974), О.А. Шлемпа [305] и др. Биологической продуктивности и росту древесных пород в лесных полосах посвящены работы А.Н. Автономова [4, 6, 7], А.А. Бартыш [63], Е.А. Ваганова и И.А. Терскова [84], Маштакова и Н.Г. Берлина [195], Д.А. Маштакова и А.Н. Автономова [198], В.И. Михина [205], А.С. Манаенкова [190, 191], А.Е. Петренко [229], А.Т. Сабирова [261], В.В. Степина [275]

К противоэрозионным защитным лесным насаждениям относятся стокорегулирующие, приовражные, прибалочные лесные полосы, а также противоэрозионные массивные насаждения на склоновых территориях и в горных условиях. Стокорегулирующие лесные полосы создают преимущественно на распахиваемых склонах, крутизной от 1,5–2° до 6–8°. Располагают их по горизонталям склона или поперек основного склона на расстоянии от 90 до 400 м друг от друга в зависимости от крутизны склона. Приовражные лесные полосы размещаются вдоль бровок оврагов. Их основная функция – закрепление оврагов и предотвращение их дальнейшего разрушения, а также предохранение склона от водной эрозии и регулирование поверхностного склонового стока, а также закрепление эродированных почв. В «Рекомендации по созданию защитных лесных насаждений в комплексе с простейшими гидротехническими сооружениями на овражно-балочных системах в Татарской АССР» предлагается лесные полосы размещать с учетом глубины оврага и угла естественного откоса склонов [254]. С.А. Родин [256] в своих работах рекомендуют размещать приовражную лесную полосу не ближе 3–5 м

от бровки оврага с установившимися откосами или на расстоянии 1–2 м от будущей бровки. При этом местоположение бровок определяется с учетом глубины оврага и угла естественного откоса. Для песчаных откосов угол естественного откоса составляет примерно 33° , для супеси – 45° , для глины – 65° . В случае, если на откосах имеется естественная растительность, угол естественного откоса увеличивается. Если расстояние между отвершками и промоинами превышает 100 м, то приовражную лесную полосу создают около каждого из них. Если меньше 100 метров, то создают одну полосу выше вершин промоин и отвершков. Площадь между ними подлежит залужению или облесению. Лесные полосы создают шириной 18,0-21,0 м плотной конструкцией. На вершине оврагов ширина лесных полос может составить более 21,0 м, так как на эти участки поступает основной объем талых вод. Эти полосы, расположенные по обе стороны оврага, должны быть продлены за вершину вверх по склону на 20–50 м оставлением между ними задернованного дна водоподводящего тальвега шириной 3–4 м. Протяженность продления защитной полосы определяется скоростью роста оврага. При создании приовражных лесных полос необходимо предусмотреть разные схемы смешения пород. Чистые насаждения не дают высокого эффекта защитных насаждений ввиду неоднородности почвенных и климатических условий на склоне. На склонах крутизной до 4° со средне- и слабосмытыми почвами готовят почву по системе черного или раннего пара. На участках с уклоном $4\text{--}6^\circ$ со средне- и сильносмытыми почвами пахут на глубину гумусового горизонта с углублением до 35 см или глубоко рыхлят, на более крутых – применяют полосную вспашку или террасирование склонов, нарезку борозд, готовят площадки или закладывают полосы без подготовки почвы.

Основная функция прибалочных лесных полос- препятствие сносу снега с полей в овраги и балки. Кроме того, при таянии снега или при ливнях прибалочные лесные полосы поглощают сток с полей, регулируют гидротермический режим почв и снижают степень эрозии [57, 77, 78, 112, 178, 179, 182, 191, 217, 238, 317, 320, 321, 322, 324]. Как показывают исследования в

зоне Среднерусской возвышенности, полевые склоны с системой водорегулирующих лесных полос имеют запас снеговой воды на 30–57 % больше, чем без лесных полос. Исследования ВНИАЛМИ в районах Нижнего Поволжья показывают, что без лесных полос снос снега со склонов достигает 50% общего запаса [124, 128, 149].

С целью прекращения роста оврагов и балок создают приовражные лесные полосы. Существующие приовражные полосы в процессе формирования способствуют самозаращению откосов и днищ. В степных и лесостепных районах эффективность приовражных полос повышают путем внедрения плотных конструкций за счет кустарников.

В условиях северной части лесостепной зоны с целью регулирования поверхностного стока создают балочные леса. В связи с тем, что в лесостепной зоне в основном встречаются серые лесные почвы на суглинках и глинах, на крутых и эродированных частях склона увеличивается опасность развития эрозии. С целью предотвращения смыва плодородного слоя почвы и развития эрозии на балочных склонах создают массивные насаждения. Они способствуют частичному восстановлению плодородия почвы. В условиях Чувашской республики получен положительный опыт конутрно-мелоративного земледелия, предусматривающий создание «ловчих каналов» по склону. Облесение эродированных балочных крутых склонов – один из видов рационального использования этих категорий земляных угодий. Породный состав, технология создания, ведение хозяйства – все это увязывается с условиями местопроизрастания, перспективами развития оврагов. Лесорастительные условия в балках благоприятнее, чем в плакорных условиях. Они позволяют выращивать биологически устойчивые долговечные насаждения, обладающие высоким мелиоративным эффектом и относительно высокой продуктивностью. Так, на смытых серых лесных почвах Орловской области в лесных насаждениях 50-летнего возраста запас древесины, по данным Новосильской АГЛОС, достигал 250–400 м³/га.

Овражно-балочные насаждения создаются преимущественно из аборигенных пород, обладающих большой экологической пластичностью. Широко используются также и интродуценты, прошедшие длительную производственную проверку. В защитных лесных насаждениях в лесостепной и степной зонах в основном используют дуб черешчатый, березу повислую, сосну обыкновенную, белую акацию, вяз гладкий, вяз шершавый и др. Балочные леса создаются на сильноэродированных крутых склонах, которые в настоящее время нецелесообразно использовать для сельскохозяйственных целей. Технология их создания существенно отличается от агротехники создания других категорий насаждений. Отличие заключается в предварительном исправлении рельефа поверхности балочного склона для того, чтобы в перспективе было легче провести трансформацию мелиорированной лесом площади в сельскохозяйственные угодья. При этом промоины и мелкие овраги засыпают бульдозерами, выполаживают откосы средних по размерам оврагов, планируют поверхность оползней. Планировка поверхности позволяет применить более интенсивную агротехнику, повысить качественные показатели создаваемых насаждений, резко снизить затраты труда и средств. Мелиорированные лесом площади в перспективе могут быть использованы под сады, виноградники, многолетние травы. Успешный опыт таких работ имеется в Молдавии, где уже сейчас на месте 25–30-летних белоакациевых насаждений создаются промышленные сады из грецкого ореха. Клетский опорный пункт ВНИАЛМИ выполнил обширные исследования по возврату в активный сельскохозяйственный оборот склоновых земель, разрушенных оврагами. На них бульдозерами восстанавливают тракторопроходимость, осуществляют надежный противолесомелиоративный комплекс, повышают плодородие почв удобрениями. Лесные насаждения на мелиорируемых участках улучшают снегоотложение, резко снижают сток и смыл, защищают от суховеев. При использовании таких участков под посев трав и зерновых культур окупаемость затрат на мелиорацию не превышает 1–2 лет. Лесные насаждения играют важную роль при комплексном лесолуговом освоении эродированных склонов

[72, 73, 86, 89, 92, 148, 155, 189, 191, 296]. На Новосильской агролесомелиоративной опытной станции методами лесной мелиорации в комплексе с другими противопочвенно-климатическими приемами удалось не только полностью прекратить эрозионные процессы, но и превратить «бросовые» земли в высокопродуктивные сенокосные и пастбищные угодья. Если урожай сена здесь не превышал 6–8 ц/га, то после мелиорации он ежегодно составляет 50–75 ц/га. Лесные насаждения при этом занимают 30–50% площади, а 70–50% отведено под травы.

По днищам оврагов и балок создаются русловые насаждения. Их основное назначение – предохранить днище от размыва и не допустить выноса смытой почвы в поймы, реки, водоемы. Русловые насаждения создаются после выработки продольного профиля русла. Для этого используют кустарниковые ивы, тополя, ягодные кустарники [240, 241]. Трассы стокорегулирующих лесных полос располагаются на склоновых территориях по заранее провешенным и отбитым с помощью геодезических приборов линиям. Почва под стокорегулирующие лесные полосы готовится по системам черного или раннего паров. В ложбинных участках склонов стокорегулирующие лесные полосы усиливаются гидротехническими сооружениями – валами-канавами, водозадерживающими валами, которые чаще всего располагаются по нижней опушке лесной полосы или в середине лесной полосы.

При создании защитных насаждений почва готовится по системе черного пара, как наиболее эффективного метода борьбы с сорной растительностью при создании многолетних лесных насаждений. В степной и сухостепной лесорастительных зонах применяется плантажная вспашка плугами ППН-40 и ППН-50 на глубину 40-50 см. Обработку почвы под защитные лесные насаждения в лесостепной зоне, в зависимости от степени засоренности территории и категории земель, проводят сплошным способом, полосами и бороздами. На склонах до 10° ее используют плуги общего назначения ПЛН-5-35, ПЛН-4-35, а в степной и полупустынной зонах в дополнение к названным – плугами ПРН-40 и плантажными плугами ППН-40 и ППН-50. На склонах 10-

12°, изрезанных промоинами глубиной до 0,5 м и более, готовятся напашные террасы. Первой технологической операцией при напашном террасировании на участках с промоинами является засыпка и заравнивание промоин с помощью тракторного бульдозера. Устройство напашных террас осуществляют плугами ПЛН- 5-35, ПЛН-4-35 с отваливанием пласта почвы вниз по склону. Работа плуга осуществляется таким образом, что задний корпус плуга заглубляется в почву на полную глубину, а первый корпус плуга - на половину глубины. На участках с щебнистыми и мергелистыми почвами перед вспашкой проводится рыхление почвы навесными рыхлителями РН-60 и РН-80Б- для улучшения качества вспашки. На второй год после подготовки полотна террасы проводится перепашка полотна террасы с доуглублением на глубину 40 см и с предпосадочной культивацией. В степной и полупустынной зонах полотно напашных террас готовится с помощью плантажных плугов. На второй год после создания полотна террасы, проводится трехкратная культивация почвы с одновременным боронованием. На склонах с крутизной 12-35° под создание защитные лесные насаждений готовятся ступенчатые террасы. Ширина полотна ступенчатых террас в лесостепной зоне составляет 2,5 м, в степной-3-3,5 м. В зависимости от климатических и гидрологических условий, полотно террас создается горизонтальным, с уклоном к передней части террасы или с уклоном к задней части террасы, для сбора дождевой влаги или отвода ее излишка с полотна террасы. На склонах до 35° с каменистыми почвами в лесостепной зоне при нарезке полотна террас используется террасер ТС-2,5, а в степной зоне- террасер ТК-4. Почва на полотно террас готовится по системе черного и раннего паров в лесостепной зоне и по системе черного пара- в степной зоне. Перед вспашкой полотно террасы рыхлится на глубину до 60 см –навесными рыхлителями РН-60. При создании защитных лесных насаждений по террасам, шириной 2,5 метра в центр полотна террасы высаживается один ряд, как правило, древесных растений. На террасах с шириной полотна 3-3,5 м – может высаживаться или один ряд древесных растений или два ряда древесно-кустарниковых растений с шириной междурядья 2,5 м. В этом случае в

насыпную часть террасы высаживаются кустарниковые растения, а в выемочную часть террасы- древесные растения. В качестве посадочного материала применяются сеянцы и саженцы до 3 м. При создании лесных полос сеянцами, последние высаживаются через 0,8-1,0 м. Саженцы высаживаются через 1,5-2,5 м. Применяются лесопосадочные машины МЛУ–1А и МУЛ–1 и лесопосадочный агрегат ЛПА–1.

Лесомелиоративный принцип в географии, землеустройстве и эрозиоведении является синергией эрозиоландшафтоведения. В трудах В.И. Вернадского [95], Г.Н. Высоцкого [103], В.В. Докучаева [132], И.П. Здоровцова [142], А.С. Козменко [161], К.Н. Кулика [177], В.Н. Сукачева [278], Г.П. Сурмач [273], Г.И. Швобс [301], и других отмечается, что наибольший гидрологический и противолесомелиоративный эффект дает применение комплексов мероприятий. В лесостепной зоне Приволжской возвышенности имеется богатый опыт применения разных агротехнических приемов создания защитных лесных насаждений. Достаточно высокий эффект создания защитных лесных насаждений получен на опытных участках «Елизаветинское» Саратовской области, СПК «Новоникулинский» Ульяновской области, в опытно-производственном хозяйстве ГНУ «НИИСХ Юго-Востока Россельхозакадемии». На опытных станциях ВНИИ Агролесомелиорации (Поволжской АГЛОС Самарской области, Клетском и Качалинском опорных пунктах Волгоградской области в условиях лесостепи Приволжской возвышенности до настоящего времени ведутся наблюдения за состоянием ранее созданных ЗЛН. В лесостепной зоне Приволжской возвышенности к эрозионно-опасным землям отнесены около 60 % пашни. Еще в 50-х годах технология, так называемых «сеяных лугов» с использованием популяций многолетних трав, сформированных в естественных условиях склона, дали положительные результаты в борьбе с эрозией почвы. При соблюдении соответствующей агротехники формирования травянистой растительности на склонах, с учетом агролесомелиоративных свойств почвы, можно добиться значительного снижения поверхностный смыв почвы. Опыт создания сеяных лугов и

результаты предыдущих комплексных исследований позволили разработать комплекс приемов восстановления разрушенных техногенными воздействиями территорий, с учетом специфических климатических условий, и особенностей строения экосистем [176].

При разработке агротехнических приемов создания ЗЛН на подверженных эрозией склонах, необходимо дифференцировать склон на отдельные участки с учетом их лесопригодности и для каждого отдельного случая принимать индивидуальные решения с учетом направленности и очередности проведения лесозащитных мероприятий. Принимая решения по лесозащитным мероприятиям основное внимание необходимо уделять проблеме повышения надежности, долговечности, экономической и агроэкологической эффективности. Комплекс проблем, которые возникают при выборе агротехники создания ЗЛН невозможно решить только инженерно-техническими мероприятиями, требующими большие затраты и времени. Важным становится выбор агротехнических приемов с использованием биологических методов, без разрушения естественной среды эрозионного склона, представляющие с собой сложный вид хозяйственной деятельности с участием человека в преобразовании природной среды. Исследования и методология биологической рекультивации имеют давние разработки как в России, так и за рубежом: В.В. Батыр [66, 67]; Бондаренко и др. [77, 78, 79]; Г.С. Вараксин и А.А. Ибе [86, 87]. Используемые традиционные агротехнические приемы отвальной обработки почвы и создания ЗЛН на эрозионных склонах усиливают эрозионные процессы. В результате нарушения поверхностного слоя со склона выносятся до 150–200 кг гумуса, до 10 кг азота, 6 кг фосфора, калия, 5–6 кг кальция и магния. Соответственно снижение плодородия почвы в последующем сказывается на продуктивности насаждений. Продуктивность ЗЛН на эрозионных склонах на 15–20% ниже, чем на неподверженных эрозией землях. Низкая продуктивность, высокая повреждаемость вредителями ослабленных деревьев, недолговечность ЗЛН объясняется низкой эффективностью применения агротехники равнинных территорий на эрозионных склонах.

В поисках эффективных агротехнических приемов специалисты в области анролесомелиорации белорусских институтов ЦНИИМЭСХ и БелНИИПА предложили применять специальные почвозащитные севообороты и агротехнические приемы. В результате проведенных экспериментов такие приема, как щелевание поперек склона позволяют увеличивать запасы продуктивной влаги в метровом слое почвы до 30 мм. При этом щелевание многолетних трав на склоне надо проводить с учетом его крутизны и направленности. Достаточно много направлений по восстановлению нарушенных эрозийными процессами земель. Наиболее распространен универсальный метод рекультивации – методу залужения, то есть искусственного создания многолетних продуктивных травянистых и древесных сообществ. Но работ, где бы анализировались длительные изменения (многолетние наблюдения) состава искусственного растительного сообщества пока еще нет. Для защиты от эрозийных процессов НПО «Эколандшафт» предлагает использовать метод, представляющий собой совокупность различных технологий и методов, применяемых как по отдельности, так и комплексно. Среди них особенно выделяются сооружения габионных конструкций, проведение экстремального озеленения, а также применение покрытий из растительных остатков и биотекстилей (НПО Эколандшафт, 1998). Они отличаются прекрасными строительными качествами, высокой экологичностью и внешней привлекательностью, а также относительной простотой возведения и экономичностью. Основанием для использования габионного метода в целях защиты склонов могут быть: значительная крутизна, неблагоприятный состав и свойства грунтов склона, специфические природно-климатические и техногенные факторы, развитие, наряду с эрозией, таких процессов, как суффозия, оползание, обрушение, наличие в пределах защищаемого склона достаточно крупных растущих оврагов, выход на поверхность грунтовых вод и т.д. Технология обеспечивает восстановление почвенно-растительного покрова без нанесения плодородного слоя с посевом многолетних трав на фоне комплексного минерального удобрения.

На территории Республики Татарстан, Чувашской Республики и Республики Марий Эл проблемами защитного лесоразведения с 1949 года начала заниматься Татарская лесная опытная станция.

В научных трудах А.А. Бобровского [76], В.В. Дерябина [125], Д.И. Морохина [208], А.С. Манаенкова [191, 192] определены проблемы лесовыращивания и создания полезащитных лесных насаждений на эродированных землях. В период с 1952 по 1994 годы сотрудниками Татарской ЛОС достаточно много работ издано по вопросам лесомелиорации эродированных земель. Используя экспериментальные данные и результаты внедрения исследований в производство ученых Г. Г. Мгеброва, Ч.С. Хасанкаева, Н.А. Миронова, И.Р. Уразова в период с 1974 по 1984 годы разработаны рекомендации по созданию защитных лесных насаждений и противоэрозионной оптимизации овражно-балочных систем в Татарской АССР [252, 253, 254]. В отчетах последних лет ТатЛОС указано, что сильная нарушенность экосистемы склонов (овраги, интенсивные оползневые процессы, выход на поверхность коренных пород казанского яруса, деградация почв и травяного покрова) способствовала выделению для проведения лесомелиоративных работ и формирования защитных лесных насаждений площадей, непригодных для сельскохозяйственного использования, преимущественно крутосклонов и бросовых земель, тракторонепроходимых и сильноповрежденных оврагов и крупных промоин, то есть территорий 4-й и 5-й категорий оврагопораженности. При создании приовражных и склоновых защитных лесных насаждений использованы древесные породы: береза повислая, лиственница сибирская, сосна обыкновенная, дуб черешчатый, ель обыкновенная, клен остролистный, липа мелколистная, видовые и гибридные тополя и ивы с использованием разных технологий обработки почвы и посадки саженцев и семян. Укреплены откосы посевом многолетних трав; оборудованы водозадерживающие валы, плетневые запруды с высадкой вокруг них тополей и ив; созданы насаждения илофильтров из тополей и ив по дну балки. Подготовку почвы проводили трассёром-рыхлителем ТР-2 на базе трактора Т-74 нарезными

террасами; бороздами плугом ПКЛ–70 на базе трактора ТДТ–40; напашными террасами плугом ПН–4–35 на базе трактора ДТ–75; конным плугом; ручным способом [252].

Вопросы моделирования влияния экологических условий склоновых земель на характер поверхностного смыва почвы, на рост растительности в защитных лесных насаждениях изложены в работах М.Н Бугаевой и др. [82] М.С. Григорова и др. [117], Р.А. Полуэктова [233], И.М. Рыжовой [259], Д.Е. Румянцева [260].

ВЫВОДЫ ПО ГЛАВЕ 1

Проведенный литературный обзор и анализ практического опыта создания защитных лесных насаждений на эрозионных землях позволяет сделать следующие выводы:

1. Одной из мер по защите склоновых земель от эрозии является создание устойчивых насаждений с учетом их биологических особенностей и агроэкологических условий склоновых земель;

2. Защитные лесные насаждения оказывают влияние на перераспределение выпавших осадков, температуры воздуха и почвы, интенсивность снеготаяния, инфильтрацию влаги в почву, склоновый сток и эрозию;

3. Сильная нарушенность экосистемы: овраги, оползни, деградация почв и травяного покрова – способствовала выделению для проведения лесомелиоративных работ и формирования защитных лесных насаждений площадей, непригодных для использования, преимущественно крутосклонов и бросовых земель, тракторонепроходимых и сильно поврежденных оврагов и крупных промоин.

2 КОНЦЕПЦИЯ СОЗДАНИЯ ЗАЩИТНЫХ ЛЕСНЫХ НАСАЖДЕНИЙ В ЛЕСОСТЕПНОЙ ЗОНЕ ПРИВОЛЖСКОЙ ВОЗВЫШЕННОСТИ

Основой для разработки агротехники создания защитных лесных насаждений являются исследования агроэкологических условий типов условий места произрастания растений на склонах. Реакции корней растений в ответ на условия среды обитания определяют рост, развитие и устойчивость в целом растительного организма. Установлено, что тип корневой системы и характер ее развития на разных участках склона в значительной степени зависят от физических свойств почвы. Выявленная зависимость приуроченности травянистых растений по типам корневых систем к определённым участкам склона показывает отношение растений к изменяющимся факторам среды.

В условиях склонового ландшафта, особенно на склонах солнечных экспозиций, возможность создания природных аналогов типов леса затруднена и ограничена ввиду постоянно меняющихся почвенно-экологических условий под влиянием аккумулятивно-эрозионного процесса и агроклиматических условий.

В основу разработки концепции создания защитных лесных насаждений в лесостепной зоне Приволжской возвышенности положены проблемы, которые выявляются в процессе разработки агротехнических приемов, особенно при лесомелиоративном обустройстве склоновых поверхностей. Приведем некоторые из научных проблем:

1. Повышение устойчивости и долговечности защитных лесных насаждений с учетом комплекса экологических, биологических, технологических и агротехнических мероприятий, базирующихся на анализе агроэкологических условий места их произрастания;

2. Отсутствие адаптированных технологий создания защитных лесных насаждений на склонах полярных экспозиций в лесостепной зоне Приволжской возвышенности;

3. Слабая разработанность агротехнических приемов создания защитных лесных насаждений с учетом их устойчивости к экстремальным условиям среды;

4. Использование ассортимента древесных и кустарниковых пород при создании защитных насаждений без учета их биологических особенностей и требований к почвенно-климатическим условиям.

Концепция создания защитных лесных насаждений должна отражать закономерности развития защитных лесов на склонах, потому что функционирование лесных насаждений подчиняется одним и тем же принципам, и закономерностям. Защитная роль лесов определяется успешностью формирования лесозащитной среды и правильностью их использования. Следовательно, создание и выращивание защитных лесных насаждений является выражением полноты наших знаний в области защитного лесоразведения и подтверждения этих знаний практическими данными, полученными в процессе экспериментов. Практика позволяет глубже познать природные закономерности, которые при поверхностном наблюдении явлений природы не всегда могут быть выявлены. Например, изучение закономерности роста и развития деревьев в приспевающих и спелых защитных насаждениях на склонах позволяет установить соответствие видового состава и формы насаждения условиям среды. Результаты исследований таких насаждений могут дать ответ на многие вопросы формирования лесов на склонах разных экспозиций. В то же время в созданных высокопроизводительных лесах на разных участках склона можно установить закономерности сочетания пород в составе древостоя и соответствия их условиям места произрастания. Предлагаемые агротехники создания чистых и смешанных защитных лесных насаждений на склонах не всегда учитывают особенности биологии древесных и кустарниковых растений. Не всякое смешение видов древесных и кустарниковых растений при разработке агротехники создания насаждений позволит получить устойчивые, обладающие максимальными защитными свойствами древостои.

Концепция создания защитных лесных насаждений в лесостепной зоне Приволжской возвышенности представлена на рисунке 2.1.

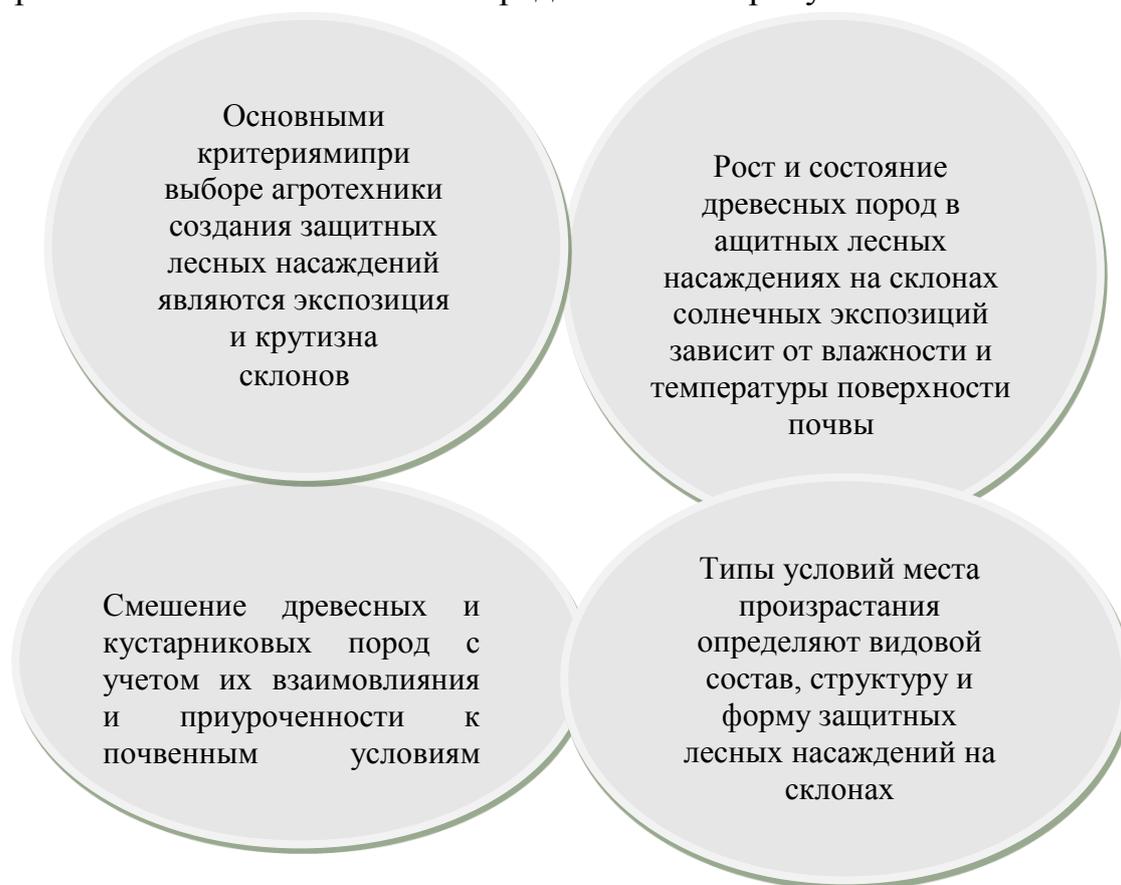


Рисунок 2.1- Концепция создания защитных лесных насаждений в лесостепной зоне Приволжской возвышенности

1. Основными критериями при выборе агротехники создания защитных лесных насаждений являются экспозиция и крутизна склонов

Противоэрозионные защитные лесные насаждения занимают неоднородное пространство с определенным количеством влаги и питательных веществ на всей поверхности склона. По мере формирования защитных лесных насаждений на склонах потребности в пространстве, во влаге и в почвенном питании увеличиваются. Из-за несоответствия потребности защитных насаждений и необходимых условий среды происходит массовое отмирание наиболее слабых экземпляров и идет процесс естественного изреживания. В результате сомкнутость крон и полнота насаждений сокращаются, последствиями этого является нарушение светового и гидротермического режима насаждений. Ценные породы (дуб черешчатый, сосна обыкновенная, ель

европейская, лиственница сибирская, липа мелколистная) постепенно теряют свои защитные функции, их место занимают малоценные насаждения, состоящие из клена ясенелистного, ясеня обыкновенного, березы повислой и др.

Основные положения концепции создания защитных лесных насаждений в лесостепной зоне Приволжской возвышенности нуждаются в выполнении рекомендаций с учетом фактических условий в соответствии с приведенными теоретическими положениями.

Успешность роста защитных лесных насаждений зависит от того, насколько полно удовлетворяются потребности древесных растений в основных факторах условий среды обитания. Высокой продуктивности древесные породы достигают в наиболее благоприятных для них условиях. Поэтому при выборе агротехники создания защитных лесных насаждений в определенных условиях среды склонового ландшафта, древесные породы необходимо подбирать с учётом их лесоводственно-биологических свойств. Для этого необходимо иметь результаты исследований почвенной структуры, плодородия почвы, ее влажности и характере климата того участка склона, где будут закладываться защитные лесные насаждения. С учетом этих показателей подбирают состав пород, условия создания насаждений, использования дополнительных агротехнических приемов для улучшения почвенно-экологических условий, типов условий местопроизрастания.

При создании защитных лесных насаждений руководствуются учением о типах леса. На эрозионных склонах сложно выделить тип леса в связи с тем, что типы лесорастительных условий значительно меняются по склону в зависимости от крутизны и направленности склона, и соответственно состав древесных пород разный, разное количество ярусов. На эрозионных склонах невозможно проводить одни и те же лесохозяйственных мероприятий при равных экономических условиях. Тип леса по определению В.Н. Сукачёва [278] не применим для склоновых ЗЛН.

В настоящей работе классификация типов условий местопроизрастания (тип леса) приведена по П.С. Погребняку [234] (так называемая «сетка

Погребняка»). В качестве классификационных признаков указывается влажность почвы и её плодородие (от наиболее бедных участков, называемых борями, до наиболее богатых дубрав) (Таблица 2.1):

Таблица 2.1- Классификация типов условий местопроизрастания по П.С. Погребняку [234]

	Боры	Субори	Судубравы	Дубравы
Ксерофильные (очень сухие)	A ₀	B ₀	C ₀	D ₀
Мезоксерофильные (сухие)	A ₁	B ₁	C ₁	D ₁
Мезофильные (свежие)	A ₂	B ₂	C ₂	D ₂
Мезогигрофильные (влажные)	A ₃	B ₃	C ₃	D ₃
Гигрофильные (сырые)	A ₄	B ₄	C ₄	D ₄
Ультрагигрофильные (мокрые)	A ₅	B ₅	C ₅	D ₅

2. Рост и состояние древесных пород в защитных лесных насаждениях на склонах солнечной экспозиции зависит от влажности и температуры поверхности почвы.

Как правило, сухость и высокая температура склонов солнечных экспозиций, особенно в начале вегетационного периода, приводят к гибели созданных насаждений. Приживаются только те виды древесных растений, которые обладают пластичностью приспособления к резким скачкам дневных и ночных температур и влажности почвы.

Эта закономерность проявилась в практике защитного лесоразведения в лесостепной зоне Приволжской возвышенности. На склонах солнечных экспозиций древесные породы значительно отстают в росте и развитии от деревьев теневых экспозиций. Без специальных агротехнических приемов, способствующих стабилизации температурного режима и влажности почвы в начальный период формирования защитных лесных насаждений, эти насаждения погибают. В период от посадки до возраста смыкания кроны поверхность склона должна быть защищена от прямых солнечных лучей путем применения специальных агротехнических приемов. После образования древесного полога защитные насаждения создают собственный микроклимат, позволяющий

успешно произрастать чистым и смешанным насаждениям. Результаты исследования существующих защитных насаждений из сосны обыкновенной показали, что насаждения теневой структуры хорошо затеняют почву и достаточно устойчивы в условиях лесостепи Приволжской возвышенности. Насаждения осветленной структуры в зависимости от экспозиции, крутизны склона весной и осенью подвергаются воздействию резких колебаний температуры и влажности и постепенно отмирают. Следовательно, главным препятствием для формирования защитных лесных насаждений на склонах солнечных экспозиций в лесостепной зоне Приволжской возвышенности является температура и влажность почвы. При этом надо учитывать, что у древесных растений, находящихся на склонах солнечных экспозиций, ускоряется процесс развития и старения быстрее, чем на склонах теневых экспозиций, раньше наступает период плодоношения.

3. Типы условий места произрастания определяют видовой состав, структуру и форму защитных лесных насаждений на склонах

Данную особенность можно увидеть в лесных насаждениях в лесостепной зоне Приволжской возвышенности. На склонах теневых экспозиций на глинистых почвах растут лесные насаждения в основном из дуба черешчатого, ели европейской с сопутствующими породами: кленом остролистным, липой мелколистной, вязом шершавым, вязом гладким, а в долинной части склонов – ольхой серой, ивой ломкой. Склоны солнечных экспозиций, как правило, пологие и низкопродуктивные насаждения из сосны обыкновенной, ели европейской, дуба черешчатого, липы мелколистной, березы повислой занимают срединную и нижнюю часть склонов. Верхние части склонов преимущественно лишены древесной растительности и покрыты травянистой растительностью или лишены растительности совсем в результате воздействия эрозии. Состав и структура сформированных насаждений не являются результатом механического совмещения древесных и кустарниковых растений на склонах. Они сформировались в результате взаимного влияния и при соответствии условий произрастания требованиям именно этих видов растений. Данная взаимосвязь

способствовала формированию лесных насаждений на участках склонов соответствующей экспозиции и высотного положения. Определяющими для роста и развития древесных и травянистых растений на склонах являются агроэкологические условия.

Необходимо учитывать особенности жизни защитных насаждений на склонах теневых и солнечных экспозиций – их видовой состав и конфигурация должны соответствовать типам условия местопроизрастания.

4. Смешение древесных и кустарниковых пород с учетом их взаимовлияния и приуроченности к почвенным условиям склоновых участков.

При выборе ассортимента древесных и кустарников пород и схемы смешения необходимо придерживаться их биологической приверженности. Незнание биологии взаимовлияния древесных и кустарниковых растений, несоблюдение схем смешения пород в составе защитных лесных насаждений может привести к гибели насаждений в раннем возрасте. Успешность совместного роста древесных и кустарниковых растений на склонах позволит получить насаждения с высокой противоэрозионной эффективностью. Как показывают результаты инвентаризации защитных лесных насаждений, смешанные насаждения более устойчивы к экстремальным условиям среды на склонах по сравнению с чистыми насаждениями. Поэтому выбор схемы смешения древесных и кустарниковых пород при проектировании защитных лесных насаждений должен основываться на принципах совместимости в длительном периоде их формирования от посадки и на всем протяжении срока службы насаждений. На сельскохозяйственных землях защитные лесные насаждения (полезащитные лесные полосы, прибалочные, приовражные, водорегулирующие) создаются в соответствии с типами условий местопроизрастания с учетом коренного типа леса. При выборе типов насаждения достаточно посадки основной лесообразующей породы, сопутствующие породы самосевом занимают свойственные данным видам места произрастания. В условиях склонового ландшафта, особенно на склонах

световых экспозиций, выбирать и создавать структуру древостоя значительно труднее ввиду постоянно меняющихся почвенно-экологических условий под влиянием аккумулятивно-эрозионного процесса, агроклиматических условий. Типы условий места произрастания можно устанавливать исключительно по результатам полевых исследований или с использованием растений-индикаторов. Используя метод экстраполяции, по растениям-индикаторам можно выделить отдельные контуры. Для более полного решения этой задачи при создании защитных лесных насаждений необходимо иметь иную лесотипологическую основу и соответственно иной подход к ассортименту древесно-кустарниковой растительности. В предлагаемой концепции создания защитных лесных насаждений в лесостепной зоне Приволжской возвышенности выделены следующие типы местоположения склоновых участков: присклоновый (I), сложенный наиболее тонким наносным материалом; срединный (II), отличающийся более отчетливой слоистостью, связанный с неустойчивым режимом стока; и периферический, или низовой (III), обогащенный более крупным обломочным материалом (Рисунок 2.2). Наиболее типичными в почвенном отношении являются срединные местоположения. В лесостепной зоне Приволжской возвышенности они представлены в основном дерново-подзолистыми и серыми лесными почвами, а в южной части изученной территории – выщелоченными черноземами. В зависимости от литологической основы формируются различные по механическому составу почвы: от песчаных до глинистых. По степени увлажнения предлагается следующая градация: 0 – очень сухие – присклоновые участки световых склонов; 0–1 – сухие – срединные участки световых и присклоновые участки теневых склонов; 1 – суховатые-срединные участки теневых экспозиций; 1–2 – свежаватые – низовые участки световых экспозиций; 2 – свежие низовые участки теневых экспозиций; 3 – влажные – низовые участки теневых экспозиций с конусом выноса; 4 – сырые – низовые участки световых и теневых экспозиций при придонном сбросе талых и дождевых вод и заболачивании в результате оползня или обвалов. С некоторыми сокращениями эта классификация приводится в таблице 2.2.

Приведенная классификация типов условий места произрастания на склонах в последующем может стать основой для проектирования агротехнических приемов создания защитных лесных насаждений на склоновых территориях.



Рисунок 2.2 – Типы местоположения склоновых участков

В соответствии с приведенной классификацией и условиями среды необходимо подобрать ассортимент деревьев и кустарников, которые адаптированы к данным условиям.

Таблица 2.2 – Классификация типов условий местопроизрастания на склонах

Степень влажности	Склоны теневых экспозиций	Склоны солнечных экспозиций
	Крутизна 15–35°	Крутизна 15–35°
0 – очень сухие	Присклоновый ТУМ	Присклоновый и часть срединного ТУМ
0–1 – сухие	Выпуклые участки срединных ТУМ	Срединные ТУМ
1 – суховатые	Срединный	Вогнутые участки срединных ТУМ
1–2 – свежаватые	Вогнутые участки срединных ТУМ	Выпуклые участки срединных ТУМ
2 – свежие	Низовые выпуклые	Вогнутые участки срединных ТУМ
3 – влажные	Низовые ТУМ с уровнем грунтовых вод до 0,5 м	Низовые выпуклые
4 – сырые	Низовые с уровнем грунтовых вод выше 0,5 м.	Низовые ТУМ с уровнем грунтовых вод до 0,5 м
5 – мокрые	Низовые – заболоченные	Низовые с уровнем грунтовых вод выше 0,5 м.

Для успешного формирования защитных лесных насаждений необходимо выбирать конструкцию насаждения, которая характеризуется формой и ярусностью. в лесостепной зоне Приволжской возвышенности встречаются противозерозионные защитные лесные насаждения, созданные с применением древесно-кустарникового, древесного, древесно-теневого типов смешения. При составлении схем смешения в защитных лесных насаждениях рекомендуется брать следующие пропорции: главная порода – не менее 60 % посадочных мест, сопутствующие породы – 10–20 %, кустарники – не более 10–20 %.

Выбор ассортимента деревьев и кустарников должен основываться на результатах исследований почвенно-климатических условий отдельных территорий Приволжского и Приволжско-Вятско-Камского агролесомелиоративного районов в лесостепной зоне Приволжской возвышенности.

При выборе ассортимента важно использовать положительный опыт выращивания древесных пород, как в искусственных, так и в естественных лесах. Руководствуясь данными инвентаризации существующих насаждений, можно определить перечень древесных пород, которые можно рекомендовать при создании защитных лесных насаждений в соответствующих почвенно-климатических районах с учетом местного опыта и биологии пород (Таблица 2.3). Для реализации концепции необходимо выполнить следующие мероприятия при проектировании и выборе агротехники создания новых защитных лесных насаждений:

- провести комплексное исследование почвенно-климатических условий склоновых земель;
- ассортимент деревьев и кустарников необходимо подобрать с учетом их биологии и требований к агроэкологическим условиям;
- агротехнику создания защитных лесных насаждений необходимо разрабатывать дифференцированно в зависимости от лесорастительных условий и лесопригодности почв.

В лесостепной зоне Приволжской возвышенности первостепенное значение должны иметь защитные лесные насаждения из хозяйственно ценных и долговечных пород: лиственницы сибирской и сосны обыкновенной – на легких почвах; ели европейской, дуба черешчатого, клена остролистного, вяза шершавого, вяза гладкого – на тяжелых суглинках и глинах. Для внедрения этих пород необходимо использовать семенной материал, собранный в существующих высокопроизводительных насаждениях.

Таблица 2.3 – Перечень древесных пород при создании защитных лесных насаждений

ТУМ	Главные породы	Сопутствующие породы	Кустарники
0–1– сухие	Сосна обыкновенная	Яблоня лесная, клен татарский, клен приречный	Акация желтая, бузина красная, ирга ломкая, виноградник пятилисточковый
1-суховатые	Береза повислая, лиственница сибирская	Клен остролистный, вяз шершавый,	Рябина обыкновенная, облепиха, терн
1–2–свежеватые	Дуб черешчатый	Клен остролистный, липа мелколистная, вяз шершавый	Лещина, бересклет, терн обыкновенный, боярышник сибирский
2 – свежие	Ель европейская	Осина,	Терн обыкновенный, боярышник сибирский
3 – влажные	Тополь черный	Ива ломкая,	Смородина, калина
4 – сырые	Ольха серая	Вяз гладкий	Черемуха, смородина

Повышения эффективности защитных лесных насаждений можно добиться путем внедрения лекарственных, ягодных и медоносных растений (липы мелколистной, облепихи сибирской, крушины ломкой, боярышника сибирского, смородины черной и красной, терна обыкновенного). Места для размещения растений необходимо подбирать дифференцированно по склону с учетом их требований к инсоляции, колебаниям температуры и влажности почвы и воздуха, условиям почвенного плодородия и степени эрозионной пораженности почв. Противоэрозионные лесные насаждения на участках с лучшими условиями произрастания должны быть созданы с использованием хозяйственно ценных пород, а в худших условиях – кустарников или акклиматизированных неприхотливых древесных пород или древовидных лиан.

Переход к новой концепции развития защитного лесоразведения в лесостепной зоне Приволжской возвышенности требует теоретического и практического обоснования агротехники создания насаждений нового типа. Она включает выполнение целого комплекса исследовательских, лесоводственных, экологических, общебиологических и технологических мероприятий, основными из которых являются:

-тщательное исследование и выделение в натуре контуров на участках проектируемых защитных лесных насаждений с различными лесорастительными условиями;

-подбор древесных и кустарниковых пород и разработка агротехники создания защитных лесных насаждений;

-дифференцированная посадка определенного состава древесных пород в пределах выделенных контуров;

-формирование кулис из неприхотливых растений в контурах с худшими условиями места произрастания (обнаженные до материнской породы участки склонов, где отсутствует растительность);

-создание массивных лесных насаждений с разными схемами смешения для ускоренного освоения склоновой территории.

ВЫВОДЫ ПО ГЛАВЕ 2

1. Предложена концепция создания защитных лесных насаждений в лесостепной зоне Приволжской возвышенности.

2. В основу концепции положены проблемы, выявленные в процессе разработки агротехнических приемов создания устойчивых и долговечных защитных лесных насаждений с учетом комплекса агроэкологических условий мест условий их произрастания.

3. Концепция предусматривает учет особенностей формирования защитных лесных насаждений на склонах полярных экспозиций

3 ПРОГРАММА, МЕТОДИКА И ОБЪЕКТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

3.1 Обоснование выбора региона исследования

В лесостепной зоне Приволжской возвышенности процессы деградации земель особенно присущи на склонах. Уровень распаханности сельхозугодий только в восточной части лесостепи Приволжской возвышенности составляет в среднем 77%, а в ряде районов Предкамья и Закамья этот показатель достигает 84–86% (Алексеевский, Арский, Сабинский, Балтасинский, Чистопольский и другие районы Татарстана). Характерные для восточной части территории малая лесистость (в среднем показатель лесистости составляет 17,2%, оптимальным же для данной зоны является значение не менее 25% от общей площади территории), высокая степень распаханности сельскохозяйственных угодий, низкий показатель облесённости склонов (3,5% при оптимальном значении 4,7–7%), расположение пашни на склонах различной крутизны (до 10^0 – 42,4%, до $1-3^0$ – 52%, $3-5^0$ – 5,6%) по-прежнему остаются основной предпосылкой для развития ветровой и водной эрозии, смыва почв и снижения их плодородия. По данным службы земельного кадастра по Республике Татарстан, в восточной части лесостепной зоны Приволжской возвышенности площадь сельскохозяйственных угодий, подверженных эрозии и дефляции, составляет 772,1 тыс. га (17,7%). По данным ГУП «Земкадастрцентр», число действующих вершин оврагов составляет около 20 тыс. шт., их протяженность – 27,3 тыс. км.

Анализируя данные по состоянию земель на территории Чувашской Республики, нужно отметить, что в республике насчитывается 3,7 тысячи оврагов и балок общей протяженностью свыше 22 тыс. км, 84% сельскохозяйственных угодий размещены на склонах, более 80% пашни подвержены водной эрозии. В постановке и решении задач об особенностях функционирования и оценки склоновых земель имеется ряд недостатков. Основными недостатками существующих в настоящее время методов являются отсутствие строгого анализа взаимосвязи геологических, гидрологических,

фитоценологических, климатических и других особенностей функционирования агролесомелиоративного фонда на склоновых землях. Указанные недостатки во многих случаях не позволяют достаточно точно и надежно определять возможность защиты склоновых земель путем создания защитных лесных насаждений. Требуют дальнейшего изучения, совершенствования агротехники создания защитных лесных насаждений и методов оценки пригодности неоднородных склонов, сформированных в результате разных экзогенных процессов, для создания защитных лесных насаждений [11, 13, 45, 68, 111, 169].

Общая площадь земель, подверженных эрозионным процессам, на территории Ульяновской области составляет 996,34 км², а ее пораженность оценивается в целом как средняя – 2.84 %. Всего на территории области зафиксировано 925 оползневых деформаций. Протяженность береговых склонов водохранилищ, подверженных воздействию оползневыми процессами, составляет 190 км, а общая площадь деформаций – 49,85 км², в том числе на правобережье Куйбышевского водохранилища – 40.584 км². Общая пораженность территории области эрозией не превышает 0,14 % и характеризуется как слабая. В результате активного развития оползневых процессов происходит разрушение территорий населенных пунктов и сельскохозяйственных земель на правобережье Куйбышевского водохранилища. Развитие речной боковой эрозии на территории области происходит в пределах отдельных береговых излучин крупных рек, таких как Сура, Барыш, Свяга, Терешка, Сызрань, Большой Черемшан и Большой Авраль. Важнейшей задачей в лесостепной зоне Приволжской возвышенности является создание и реконструкция защитных лесных насаждений на крутых склонах, рациональное использование земельных ресурсов путем использования их в единой системе экологического каркаса территории.

3.2 Характеристика экологических условий района исследования

Лесостепная зона Приволжской возвышенности значительно отличается от других растительных зон своей расчлененностью в результате интенсивной эрозии. Характерный высокий берег реки Волги по сравнению с левым берегом

создает особые условия для формирования естественных лесов и выдвигает свои условия при создании защитных лесных насаждений на эрозионных склонах. Сеть овражно –балочных систем затрудняет использование равнинных технологий создания защитных лесных насаждений. Высокая сельскохозяйственная освоенность территории, слабая лесистость, расчлененный рельеф, неравномерность стока в условиях расчлененного рельефа и неустойчивые осадочные породы формируют определенные сложности при выборе агротехники создания ЗЛН.

На территории лесостепной зоны Приволжской возвышенности насчитывается более 7 тыс. оврагов и балок. Средняя густота овражной сети – 0,39 км/км², местами достигает 1,75 км/км². Общая протяженность оврагов – 8,5 тыс. км, балок – 19,5 тыс. км. Овраги и балки занимают около 140 тыс. га. По лесорастительному районированию исследованная территория относится к Приволжскому дубравно-лесостепному району. Из естественной древесной растительности преобладают дубравы, выполняющие водоохранные и почвозащитные функции. В естественных условиях на склонах формировались чистые дубравы и дубравы с липой, кленами, ильмом и вязами, а в западных частях района – с ясенем. В подлеске встречаются лещина с постоянным участием бересклета, рябины, калины, черемухи. С запада Приволжского дубравно-лесостепного района и восточнее от р. Суры примыкает Присурский дубравный район. Условно эту границу можно проводить по линии Порецкое – Вурнары, где формировались дубравы с примесью ясеня, липы, клена, ильма, вяза. В подлеске наряду с лещиной произрастают малина, смородина. Южнее линии Порецкое – Вурнары и на восток от р. Суры расположен Присурский хвойный район. Здесь произрастают великовозрастные ельники, остальная территория занята сосной, березой, осиной. Уровень распаханности земель превышает порог экологической безопасности и составляет около 80% сельскохозяйственных угодий. Наибольший вред землям представляют процессы водной эрозии. Общая площадь эродированных сельскохозяйственных земель в Чувашской Республике составляет 757,1 тыс. га, или 78,5 %, в том

числе сильноосмытых – 79,4 тыс. га. Переувлажненные земли составляют 69,5 тыс. га земель сельскохозяйственного назначения, или 8,1% от общей площади сельскохозяйственных угодий. Среди переувлажненных земель 58,5 тыс. га (84,2%) занимают пойменные и 11 тыс. га (15,8%) внепойменные земли. С севера к югу наблюдается смена почв четырех основных генетических типов: подзолистых, дерново-подзолистых, серых лесных и черноземов. Подзолистые почвы залегают в основном в Присурье, дерново-подзолистые – в центральной части республики.

Пробные площади по изучению склоновых систем расположены в юго-восточной части лесостепной зоны Приволжской возвышенности, на территории Республики Мордовия. Рельеф опытных участков равнинный, несколько возвышенную и холмистую, ровную низменную, преимущественно в долинах реки Мокши и ее притоках на западе и северо-западе. Окско-Донская низменность занимает западную часть, восточная – Приволжской возвышенности. 72% земель Мордовии отнесены эрозионно-опасным, из них 58%-земли сельскохозяйственного назначения. Использование земель, расположенных на крутых склонах, усугубляет развитию эрозионных процессов. В результате эрозии наблюдается процесс деградации земель, снижается продуктивность сельскохозяйственных угодий. Хозяйственная деятельность без соблюдения научно обоснованных агротехнических приемов способствует расширению ареалов проблемных и кризисных экологических ситуаций. Их негативные последствия характеризуются дальнейшим усилением процессов эрозии, подтопления, загрязнения и захламления, разрушения почвенного и растительного покрова. Резко ухудшается качественное состояние почв и других сельскохозяйственных угодий, меняется состав растительного покрова. Одним из самых неблагоприятных факторов, влияющих на качество почв, является эрозия. Серые лесные и дерново-подзолистые почвы занимают более 40% территории Мордовии, которые характеризуются слабой эрозионной устойчивостью [130, 158]. Площадь эрозионно-опасных сельскохозяйственных угодий на территории Республики более 1295,8 тыс. га, 156,3 тыс. га (9,4%)

сельскохозяйственных угодий находятся в условиях избыточного увлажнения, из них 116 тыс. га составляют кормовые угодья и 39,9 тыс. га (3,5%) – пахотные земли, заболоченных земель - 14,7 тыс. га, или 0,8%. Кроме серых лесных и дерново-подзолистых почв на территории республики встречаются выщелоченные и оподзоленные черноземы, занимающие более 44% пашни. Комплекс серых лесных почв охватывает 44,4% пахотных угодий, причем лучше освоены темно-серые лесные почвы. 6,1% пашни приходится на наименее качественные на территории республики дерново-среднеподзолистые почвы, главным образом в пределах подзоны хвойно-широколиственных лесов, и на северо-западе – подзоны северной лесостепи. В долинах крупных рек и их притоков под пашни используются пойменные почвы, доля которых составляет 3,2%.

Территория Республики Марий Эл в пределах лесостепной зоны Приволжской возвышенности представлена административной границей Горномарийского района, расположенной в юго-западной части республики. С южной стороны граничит с Моргаушским и Ядринским районами Чувашской Республики, с юго-западной – с Воротынским районом Нижегородской области, с западной – с Юринским, с северной и восточной стороны – Килемарским районами Республики Марий Эл. Климат имеет ярко выраженный умеренно-континентальный характер с относительным постоянством погоды зимой и летом, и большей ее изменчивостью – весной и осенью. Самый холодный месяц – январь со среднемесячной температурой воздуха $-12,2^{\circ}\text{C}$, абсолютный минимум -44°C . Самая теплая погода в июле: среднемесячная температура $+19^{\circ}\text{C}$, абсолютный максимум $+37^{\circ}\text{C}$. За год в среднем выпадает 572 мм осадков. Относительная влажность воздуха 75–80 %, средняя скорость ветра за год достигает 3,8–4,5 м/с. Самым ветреным месяцем является ноябрь, самым безветренным – август. В течение года насчитывается 178–188 безветренных дней. В почвенно-географическом отношении Горномарийский район относится к Среднерусской провинции южно-таежной подзоны дерново-подзолистых почв. Кроме того, здесь встречаются серые лесные почвы. По

механическому составу преобладают легкосуглинистые почвы. Рельеф района представляет собой высокую (до 150–190 м) волнистую равнину, расчлененную долинами рек и оврагов на ряд водораздельных пространств [128].

В пределах лесостепи Приволжской возвышенности в качестве объектов исследования рассматривали территории северо-восточной и восточной части Республики Татарстан (Зеленодольский, Кайбицкий и Дрожжановский районы). Климат на территории Республики Татарстан умеренно-континентальный [94, 111]. Безморозный период длится 148 суток, примерно с 5 мая по 29 сентября. Вегетационный период составляет около 170 суток. Установление снежного покрова происходит 17 ноября, таяние снега – 13 апреля. Территория республики представляет собой равнину в лесостепной зоне с небольшими возвышенностями на правом берегу Волги и юго-востоке республики, 90% территории лежит на высоте не более 200 м над уровнем моря. Основные массивы защитных лесов расположены на склоновых землях бассейнов рек Вятка, Зeya, Шешма, Черемшан. Лесные площади республики представлены условно-коренными, вторично-производными и искусственно созданными лесами. На севере республики распространены серые лесные и дерново-подзолистые, на юге – различные виды черноземов.

Климат Ульяновской области умеренно континентальный. Вегетационный период 174 суток. Сумма активных температур составляет 2200–2700°C. Правобережная часть занята Приволжской возвышенностью (высота до 363 м) с выходящими к Волге Ундорскими, Кременскими и Сенгилеевскими горами. Ульяновская область расположена в зонах лесостепи и широколиственных лесов. Во флоре области травянистые растения представлены 1412 видами, деревья – 28 видами, кустарники – 60 видами, полукустарники – 36 видами, мохообразные – 193 видами, лишайники – 230 видами [237]. По данным учета лесного фонда, на территории области числится 1048 тыс. га лесов. В соответствии с лесохозяйственным районированием леса области отнесены к лесостепной зоне. Основными лесобразующими породами являются сосна и ель (в незначительном количестве – лиственница); пять твердолиственных (дуб,

ясень, клен, ильм, вяз) и шесть мягколиственных – береза, осина, ольха, липа, тополь, ива древовидная; 606,9 тыс. га (29%) сельхозугодий подвержены водной и ветровой эрозии и другим негативным процессам [169]. Почвы – преимущественно чернозёмы.

3.3 Программа и методика исследований

При изучении существующих защитных лесных насаждений учитывали: специфику природных условий исследуемых регионов; природно-климатические, геолого-геоморфологические особенности развития современного рельефа. Вся работа по исследованию оценки склоновых земель для создания защитных лесных насаждений проводилась в период с 2000 по 2015 годы по этапам:

Первый этап – подготовительные работы: выявление распространения изучаемых эрозионных процессов и оценка пораженности ими исследуемых территорий (оврагообразование, обусловленное эрозионно-аккумулятивными процессами поверхностных вод, оползни, обвалы, отрывины), оценка особенностей формирования защитных лесных насаждений в отдельных районах и создание опорной сети наблюдений.

Второй этап – полевые исследования на опорной сети наблюдений, описание морфометрических свойств и геологических особенностей склонов, сбор биологических материалов, закладка почвенных разрезов по склонам, анализ хода роста и развития древесных растений, изучение особенностей фитоценоза по разным склонам, оценка агроэкологических условий склоновых земель.

Третий этап – лабораторные исследования грунтов и почв, описание растений, обработка собранного материала методами математической статистики, формирование концепции путем анализа собранного материала, оценка влияния агроэкологических условий лесомелиорируемых участков на

характер роста и развития растений склонов и пригодности склона для создания защитных лесных насаждений.

Четвертый этап – разработка концепции создания защитных лесных насаждений в лесостепной зоне Приволжской возвышенности.

Пятый этап – разработка агротехнических приемов создания защитных лесных насаждений по результатам оценки лесопригодности склоновых земель и типов условий местопроизрастания по почвенно-климатическим районам.

В первом, подготовительном, этапе проводилось районирование территории лесостепи Приволжской возвышенности по условиям развития эрозионных процессов.

На втором этапе проводились полевые исследования по описанию морфометрических свойств и геологических особенностей склонов, сбор биологических материалов, закладка почвенных разрезов по склонам, таксационные исследования древесных пород на пробных площадях, исследование особенностей фитоценоза на разных экспозициях склонов, исследование агроэкологических условий склоновых земель.

Исследования таксационных показателей древесных пород проводились на пробных площадях, размером до 0,5 га, закладываемых согласно ОСТ 56-69-83 «Площади пробные лесоустроительные. Метод закладки» [221].

На пробных площадях проводились следующие измерения: сплошной перечет деревьев с измерением диаметра каждого дерева на высоте 1,3 м и высоты каждого пятого дерева с помощью высотомера. В качестве показателя сохранности пород использовали коэффициент сохранности, определяемый отношением сохранившихся деревьев к числу высаженных. Глазомерно оценивали сомкнутость-отношением площади проекции крон деревьев к площади, занимаемой насаждением. Высоту прикрепления сучьев измеряли рулеткой с точностью до 5 см. Ажурность определяли по числу сквозных просветов и уточняли по ветропроницаемости, определялась густота, состав насаждений, состояние насаждений оценивалось по шкале П.В. Кудряшова и др. [218]. По результатам таксационных исследований отбирались модельные

деревья для изучения их хода роста. Для каждого дерева определялись следующие характеристики: порода, номер, точное местоположение, жизненная форма дерева, высота, диаметр ствола на высоте груди, вдоль и поперек склона и под углами 45^0 и 315^0 . Радиальный рост определяли по модельным деревьям с помощью кернов. Подсчет и датировка годовых колец на кернах производились в направлении от периферии к центру. Надземная фитомасса исследовалась на специальных пробных площадях с учетом контрольных исследований на площадках у бровки склона. На пробных площадях закладывались площадки, размером 10x10 м с целью изучения фитоценоза и детальных описаний флористического состава растений. На каждом высотном уровне закладывались от 2 до 6 пробных площадок. Всего выполнено 295 геоботанических описаний. Мету разнообразия травянистой растительности на склонах определяли по индексу Макинтоша (R.P. McIntosh) [343]. Разнообразие травянистой растительности разных участков склона рассчитывали коэффициентом сходства или индексом общности Жаккара (P. Jaccard, 1901) и Серенсена-Чекановского (Т.А. Sørensen) [366]. Для изучения влияния экспозиции склона на накопление общей фитомассы растений – и в последующем на накопление гумуса почвы – на разных участках склона закладывались почвенные разрезы. На каждой пробной площади закладывались от 5 до 10 почвенных разрезов для установления структуры почвы по генетическим горизонтам (В.В. Докучаев) [132]. По почвенным разрезам проводили описание почв по отдельным генетическим горизонтам, выделяя почвенные горизонты. Образцы почв для последующего исследования брали из слоя 0–20 см, так как в пределах данного горизонта находится основная масса корневой системы растений, и далее через каждые 20 см для исследования физических свойств почвы. Гумус в почвах определяли по методу И.В. Тюрина (ГОСТ 26213–91 «Почвы. Методы определения органического вещества») [115]. Влажность и плотность почвы в полевых условиях определяли по методу Н.А. Качинского [152], фракционно-групповой состав гумуса определялся по ускоренной методике М.М. Кононовой и Н.П. Бельчиковой [166]. Агрофизические и биохимические свойства почв

определялись согласно ГОСТ 12536-2014 «Методы определения гранулометрического состава грунтов» [116]. Влагозапасы в почве определялись термостатно-весовым способом по методике А.А. Роде [255]. Отбор образцов почвы был осуществлен по ГОСТ 17.4.4.02-2017 «Методы отбора и подготовки проб для химического, бактериологического, гельминтологического анализа» [114] с глубины 0–10 см, 10–20 см, 20–40 см, экологические факторы склонов (температура, скорость ветра, склоновый сток) определялись в основном в соответствии с «СП 11–103–97. Инженерно-гидрометеорологические изыскания для строительства» [273].

При полевых исследованиях изучали структуру и состав популяций и сообществ в естественной среде, что позволило установить влияние комплекса факторов на отдельные элементы биоценоза. Мощность лесной подстилки, гумусового горизонта определяли, как среднеарифметическое из 25 прикопок, из них формировали смешанные почвенные образцы по генетическим горизонтам. Запас подстилки определяли по шаблону $0,1 \text{ м}^2$ рядом с почвенным разрезом [76]

Изменение климатической обстановки в районе исследований оценивалось по данным, полученным на ближайших к объектам исследований метеостанциях и по результатам собственных наблюдений. Геологическое строение склоновых земель описывали по данным геологических изысканий лаборатории Чувашагропромпроекта и по естественным обнажениям оврагов, оползней и обвалов. Для изучения механических свойств грунтов отбирали пробы грунтов. Удельный вес грунта γ определяли отношением веса твердых частиц (G_s) к весу воды при 4° C , взятой в объеме, равном объему частиц (V_s). Объемный вес скелета грунта δ определяется отношением веса твердых частиц или веса абсолютно сухой породы к весу воды при 4° C , взятой в объеме, равном объему всей породы (объем зерен плюс объем пор) при данной его пористости. Объемный вес скелета грунта определяли на образце грунта, взятом без нарушения его структуры, с помощью стального кольца объемом около 500 см^3 с режущим краем. Экспериментальные данные обрабатывались математико-

статистическими методами с использованием компьютерных программ «Excel 2003», «Statistica 10.0», для моделирования использовалась программа Curve Expert 1.3 [133].

3.4 Характеристика объектов исследований

Экспериментальные исследования проводились на крутых и средней крутизны склонах теневых и солнечных экспозиций в различных почвенно-климатических районах лесостепи Приволжской возвышенности на территории Чувашской Республики, Республики Марий Эл и Ульяновской области (Рисунок 3.1). Объекты наших исследований были следующие:

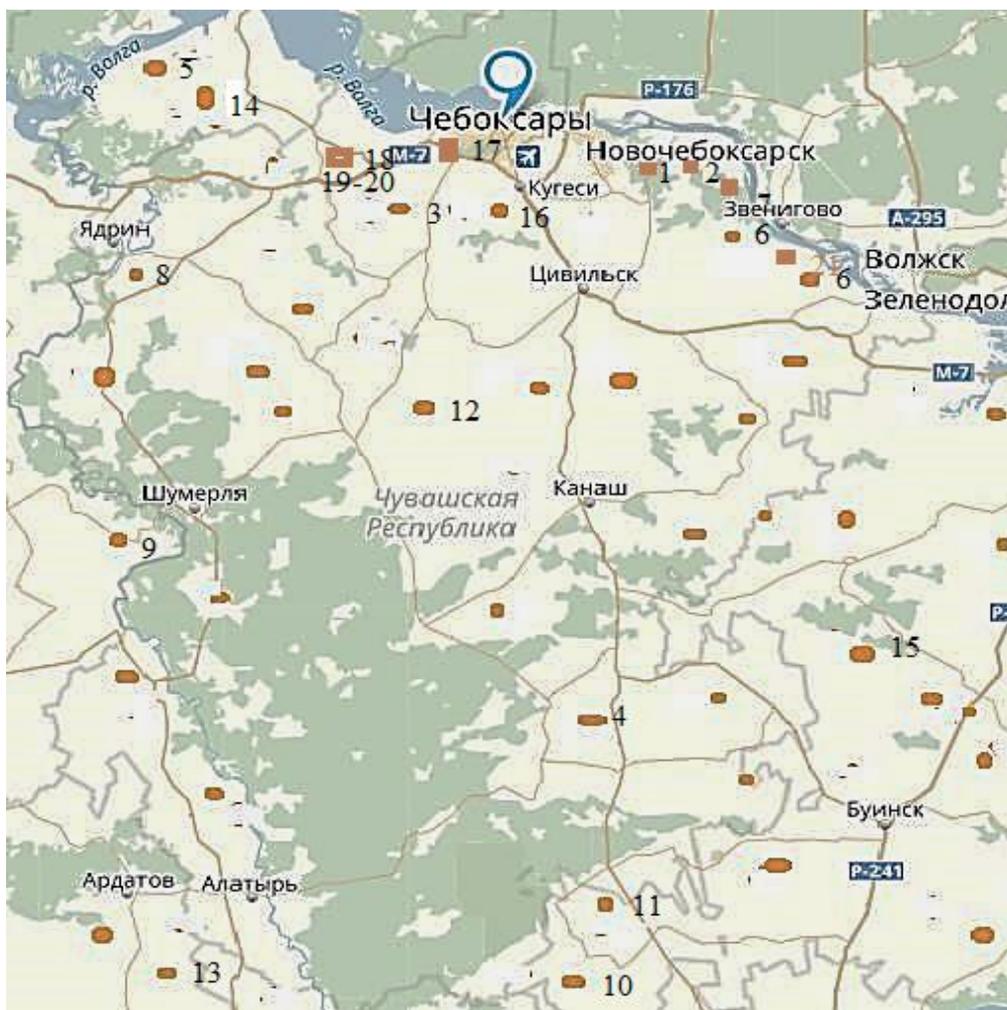


Рисунок 3.1- Расположение объектов исследований

■ 1- Номера объектов

Объекты 1-2-3-4-5 (Рисунок 3.2) – Основные критерии, определяющие тип условий местопроизрастания, в опытах II–V изучались по показателям строения почвенного профиля, гидротермическим характеристикам теневых и световых экспозиций крутых и средней крутизны склонов. Объекты расположены в координатах: $56^{\circ}05'02''$ СШ и $46^{\circ}38'30''$ ВД; $55^{\circ}59'01''$ СШ и $46^{\circ}38'13''$ ВД.

Объект 1. Склоны солнечной экспозиции около д. Кочино Мариинско-Посадского района Чувашской Республики. Объект характеризуется холмистой поверхностью, сильно расчленённый долинами реки Большой Цивиль и других малых рек, а также овражной сетью. Овраги имеют глубину до 35–50 м, протяжённость – до 4 км. Пробные площади были заложены на солнечном склоне около д. Кочино Мариинско-Посадского района Чувашской Республики, высота над уровнем моря 136 м, (координаты $56^{\circ}02'$ СШ и $47^{\circ}36'$ ВД). Рельеф сложный, состоит из двух террас, протяжённость первой террасы – 267,6 м, высота над уровнем моря в долинной части – 86 м. В присклоновом типе условий местопроизрастания (ТУМ) протяжённость склона первой террасы – 113 м. Протяжённость склона второй террасы – 129,6 м, высота над уровнем моря – 136 м. В присклоновом, срединном и низовом типе условий местопроизрастания созданы защитные лесные насаждения с лиственницей сибирской, возрастом 70 лет. Высота лиственницы – 22,2 м, диаметр – 23,8 см. Запас – 250 м³/га. Лиственница применяется в смешении с елью европейской и березой повислой,



Рисунок 3.2 – Объекты исследований по почвенно-климатическим подрайонам

Опыт I. Изучение структуры почвенного профиля склонов теневых и световых экспозиций. Заложены пробные площади в 3-кратной повторности.

Объект 2. Склоны теневой и солнечной экспозиций в Мариинско-Посадском районе Чувашской Республики с координатами $56^{\circ} 06^{\prime}$ СШ и $47^{\circ} 42^{\prime}$ ВД (Приволжский район). Склоновые земли лишены древесной растительности, травяной покров представлен разнотравьем и характеризуется неравномерным проективным покрытием. Склон теневой экспозиции более пологий, перепад высот составляет 9 м, протяженность – 74,4 м., уклон – 32° . Склон солнечной экспозиции имеет протяженность 160 м. Склон имеет две террасы: аккумулятивную и цокольную. Перепад высот 20 м. Аккумулятивная часть склона пологая протяженностью 6 метров, уклон – 34° .

Опыт II. С целью изучения эрозионно-аккумулятивного процесса и характера изменения структуры почвы заложен продольный профиль на склонах теневой и солнечной экспозиций. Изучение гранулометрического состава почв проводилось на всем протяжении продольного профиля на склонах теневых и солнечных экспозиций.

Объект 3. Склон теневой экспозиции в окрестностях д. Анаткасы, Вурнарского подрайона Чувашской Республики. Напочвенный покров представлен многолетними травами. Склон однородный, прямой, теневой экспозиции, протяженность 245 м с уклоном 42° . Почва темно-серая лесная тяжелосуглинистая.

Опыт III. Изучение особенностей почвенного профиля. Почвенные разрезы заложены в присклоновом и срединном участках склона.

Объект 4. Склон солнечной экспозиции протяженностью 164 м, крутизной 21° и склон теневой экспозиции протяженностью 77 м, крутизной 14° вдоль реки Карлы с координатами $54^{\circ} 54^{\prime} 29^{\prime\prime}$ СШ $47^{\circ} 34^{\prime} 48^{\prime\prime}$ ВД (Кубня- Булинский подрайон) около с. Шемурша Чувашской Республики. Склоны залужены, эрозионные процессы не наблюдаются. Почвы дерново-подзолистые.

Опыт IV. Исследование накопления гумуса на почвах склонов теневых и солнечных экспозиций методом закладки почвенных разрезов.

Объект 5. Склоны теневой и солнечной экспозиции в окрестностях с. Вомбакасы Моргаушского района Чувашской Республики с координатами $56^{\circ} 06' 37''$ СШ и $47^{\circ} 41' 24''$ ВД.

Опыт V. Исследование зависимости температуры почвы от экспозиции и крутизны склона. Опыт двухфакторный. Фактор А – высота склона над уровнем моря, фактор В – экспозиция склона.

Опыт VI. Исследование влияния экспозиции склона на водный режим почв на склонах теневых и солнечных экспозиций. Опыт двухфакторный. Фактор А – высота склона над уровнем моря, фактор В – экспозиция склона. Для изучения водного режима почв на склонах закладывались почвенные разрезы глубиной до 1,5–2,0 м, в количестве 3–4 на каждой экспозиции склона.

Объекты 6-7-8-9-10-11 (Рисунок 3.3). Приуроченность травянистых растений к типам условий местопроизрастания на склонах. Объекты расположены в географических координатах: $55^{\circ} 01' 05''$ СШ и $47^{\circ} 57' 12''$ ВД. $56^{\circ} 44'$ СШ и $48^{\circ} 58'$ ВД.

Объект 6. Козловский участок расположен на восточной окраине г. Козловка Козловского района Чувашской Республики, высота над уровнем моря 140–160 м, местами достигает 201 м (координаты $55^{\circ} 50'$ СШ и $48^{\circ} 17'$ ВД). Пробные площади расположены на склоне теневой экспозиции. В присклоновом типе лесорастительных условий (ТУМ) склона созданы защитные лесные насаждения из главной породы – дуба черешчатого – и сопутствующих пород: липы мелколистной и вяза шершавого. Протяженность склона – 430 м, крутизна – 35° . Состав древостоя 7Д2Лп1Вз. В 1 ярусе произрастают дуб черешчатый, вяз шершавый, липа мелколистная. Подрост, включает липу мелколистную, вяз шершавый, клен остролистный. Напочвенный покров представлен ассоциациями сныти, копытня, звездчатки, купены, щитовника, подмаренника, медуницы.

Объект 7. Склоны теневой и солнечной экспозиции в Мариинско-Посадском районе Чувашской Республики с координатами $56^{\circ} 06'$ СШ и $47^{\circ} 42'$ ВД. Склоновые земли лишены древесной растительности, травяной покров представлен разнотравьем и характеризуется неравномерным проективным

покрытием. Склон теневой экспозиции имеет перепад высот 9 м, протяженность склона – 74,4 м., крутизна – 32°. Склон солнечной экспозиции протяженностью 160 м, крутизной 34°. Склон имеет две террасы: аккумулятивную и цокольную. Перепад высот – 20 м. Аккумулятивная часть склона пологая, протяженностью 6 метров.

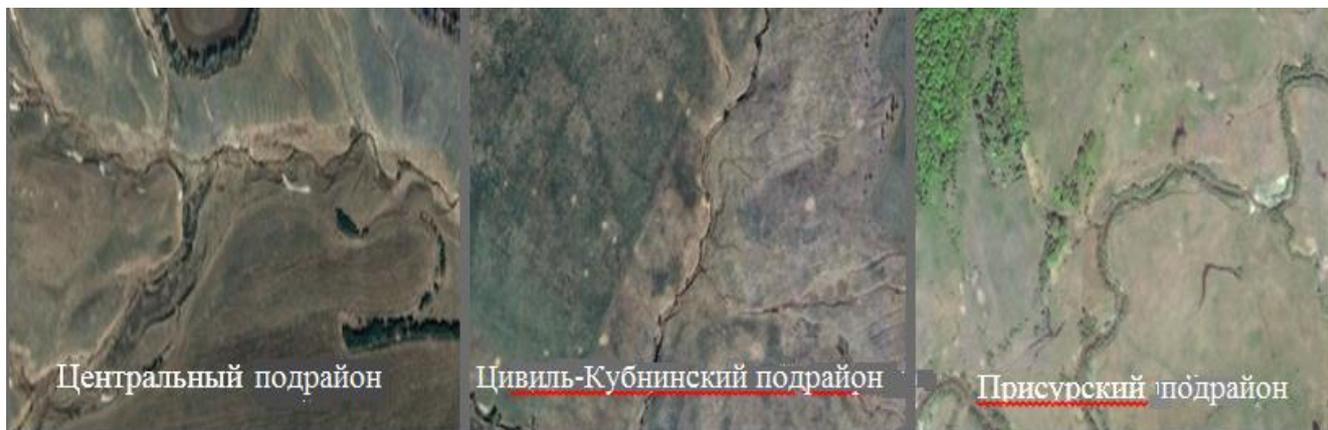


Рисунок 3.3 – Приуроченность объектов исследований к ТУМ

Опыт VII. Видовое разнообразие травянистой растительности на склонах полярной экспозиции и разной крутизны. Опыт двухфакторный. Фактор А – общность видов, фактор В – экспозиция склона, крутизна склона.

Опыт VIII. Изучение степени проективного покрытия травянистой растительности на склонах теневой и солнечной экспозиции различной крутизны.

Объект 8. Склоны солнечной и теневой экспозиции в Присурском подрайоне (Засурский склон теневой и световой экспозиции в Ядринском районе Чувашской Республики). Крутизна склона солнечной экспозиции – 29°, длина – 184 м, крутизна теневого склона – 43°, протяженность – 74 м. Склон в нижней части покрыт сплошной плотной дерниной. В составе лугового фитоценоза встречаются ежа сборная, овсяница луговая, пырей ползучий, клевер красный, подмаренник настоящий, люцерна серповидная и другие виды многолетних трав. Растительность неоднородная, на выпуклых участках микрорельефа растительность почти отсутствует, местами очиток, тысячелистник, полынь горькая.

Опыт IX. С целью изучения генезиса склонов по морфологическим признакам в зависимости от пространственной экспозиции склона и исследования массы подстилки для оценки опадно-подстилочного коэффициента на склонах теневой и солнечной экспозиций крутизной 29° и 43° заложены почвенные профили.

Объект 9. Пробные площади на склоне солнечной экспозиции с координатами $55^{\circ}05'1''$ СШ и $46^{\circ}24'1''$ ВД в районе деревни Сыреси Порецкого района Чувашской республики (Присурский подрайон). Склон, протяженностью 128 м, отметки долины склона – 84 м над уровнем моря, наивысшая точка над уровнем моря – 148 м. Перепад высот составляет 64 м, крутизна склона – 30° . Склон покрыт многолетней травянистой растительностью, заметны элементы антропогенного воздействия.

Опыт X. Изучение влияния экспозиции и крутизны склона на типы корневых систем травянистых растений.

Объект 10. Склон теневой экспозиции с координатами $54^{\circ}37'15''$ СШ и $48^{\circ}12'21''$ ВД в районе д. Кашинка Цильнинского района Ульяновской области. Склон, протяженностью 143 м, представлен полого-наклонным правым выпуклым коренным склоном долины реки Свяги, постепенным плавным переходом к водораздельному плато. Выпуклая пологая часть склона протяженностью 38 метров имеет крутизну 17° , участок водораздельного плато – до 30° . В присклоновом ТУМ склона созданы защитные лесные насаждения с сосной обыкновенной. Почвы светло-серые лесные.

Опыт XI. Изучение влияния экспозиции и крутизны склона на типы корневых систем травянистых растений.

Объект 11. Массивные защитные лесные насаждения на территории Шемуршинского лесничества в районе с. Карабай Шемурша Чувашской республики. Склон солнечной экспозиции, крутизной 32° , протяженность – 78 м. Тип условий местопроизрастания (ТУМ) – Д₂. Главная порода- дуб черешчатый. Дрестовой одноярусный, чистый по составу, размещение куртинное. Под основным пологом встречается орешник, бузина красная, клен остролистный,

липа мелколистная, полнота 0,6. Рельеф на территории района сформирован под влиянием ряда водоразделов между малыми реками.

Опыт XII. Исследование влияния экспозиции и крутизны склона на типы корневых систем травянистых растений.

Объект 12. Пробные площади с координатами $55^{\circ} 45' 26''$ СШ и $47^{\circ} 00' 27''$ ВД на территории Вурнарского района Чувашской Республики, рядом с д. Анаткасы. На опытном участке проложена транссекта на склонах теневой и световой экспозиций. Наивысшая отметка солнечного склона находится на высоте 166 м над уровнем моря, долинная часть склона – на отметке 152 м, перепад высот – 14 м, крутизна склона – 25° . Теневой склон, крутизной 13° , протяженностью 110 м имеет верхнюю отметку 168 м над уровнем моря. На опытном участке расположены массивные защитные лесные насаждения из сосны обыкновенной, имеющие схему посадки $3 \times 0,5$ м. Средний возраст насаждений – 42 года, запас стволовой древесины сосны обыкновенной – $154 \text{ м}^3/\text{га}$, полнота – 0,6 (Рисунок 3.4).



Рисунок 3.4 – Объекты исследования роста древесных пород

Опыт XIII. Исследование линейного и радиального роста сосны обыкновенной. Опыт двухфакторный. Фактор А – радиальный рост, фактор В – экспозиция и крутизна склона.

Объект 13. Пробные площади на территории Кубня-Булинского подрайона рядом с д. Телешовка Цильнинского района Ульяновской области с координатами $54^{\circ}37'07''$ СШ и $48^{\circ}12'50''$ ВД. На опытном участке, на юго-западном склоне реки Свяга, расположены защитные лесные насаждения с сосной обыкновенной. Схема посадки 1.5x2.5 м. Склон протяженностью 283 метра, крутизной 35° , высота над уровнем моря от 179 м в нижней части до 187 м в верхней части. Почвы серые лесные.

Опыт XIV. Исследование линейного и радиального роста сосны обыкновенной. Опыт двухфакторный. Фактор А – радиальный рост, фактор В – экспозиция и крутизна склона.

Опыт XV. Изучение влияния экспозиции и крутизны склона на фенологические фазы древесных пород.

Объект 14. Пробные площади на территории Присурского подрайона, в границах Моргаушского района Чувашской республики и Горномарийского района Республики Марий Эл. Пробная площадь на склонах теневых и солнечных экспозициях. На опытных участках расположены массивные защитные лесные насаждения из ели европейской. Схема посадки 2,5x0,7 м. Возраст насаждений – 60 лет. Средний диаметр – 22 см, средняя высота – 16 м. Полнота – 0,7.

Опыт XVI. Исследование линейного и радиального роста ели европейской. Опыт двухфакторный. Фактор А – радиальный рост, фактор В – экспозиция и крутизна склона.

На опытных участках закладывались пробные площади (размером 20x25; 25x40; 50x100 м), обеспечивающие учет не менее 100 экземпляров деревьев.

Опыт XVII. Изучение влияния экспозиции и крутизны склона на фенологические фазы древесных пород.

Объект 15. Пробные площади на склоне теневой экспозиции с координатами $55^{\circ}01'05''$ СШ и $47^{\circ}57'12''$ ВД в западной части д. Лащ-Таяба Яльчикского района Чувашской Республики. На опытном участке расположены массивные защитные лесные насаждения из дуба черешчатого и липы мелколистной. Теневой склон с крутизной 20° , протяженностью 220 м, высота в присклоновом ТУМ склона – 150 м, в долине – 106 м, перепад высот составляет 38 м. Возраст насаждения из дуба черешчатого – 38 лет. Средняя высота – 12 м, полнота – 0,2, средний запас на 1 га – 87 м^3 . Состав насаждения 6Д4Лп. Состояние насаждения неудовлетворительное. Наблюдается сильное усыхание на площадках, примыкающих к северо-западным стенам леса, а также в понижениях рельефа из-за застоя зимой холодного воздуха.

Опыт XVIII. Изучение основных таксационных показателей дуба черешчатого и липы мелколистной.

Объект 16. Пробные площади с координатами $56^{\circ}06'01''$ СШ $46^{\circ}42'45''$ в окрестностях д. Вомбакасы и Новое Чемеево Моргаушского района Чувашской Республики на территории Приволжского подрайона. На опытном участке расположены защитные лесные насаждения из липы мелколистной, дуба черешчатого и клена остролистного. Возраст – 45 лет. Высота дуба – 17,1 м, диаметр – 19,7 см. Высота липы – 16,2 м, диаметр – 17,1 см. Схема смешения – Лп–Дб–Кл. Склон прямой, с крутизной 15° , местами встречаются незначительные понижения. Почва светло-серая, средней влажности, комковатая, растительный слой плотный, пронизан грубыми корнями разнотравья.

Опыт XIX. Изучение основных таксационных показателей липы мелколистной, дуба черешчатого в защитных лесных насаждениях в зависимости от разных схем смешения.

Опыт XX. Изучение зависимости коэффициента прироста деревьев защитных лесных насаждений от протяженности, экспозиции и крутизны склона. Опыт двухфакторный. Фактор А – протяженность склона, фактор В – экспозиция и крутизна склона.

Объект 17. Пробные площади расположен на склонах в Приволжском подрайоне на территории Опытного лесничества в Заовражной части г. Чебоксары с координатами $56^{\circ} 08' 46''$ СШ и $47^{\circ} 09' 24''$ ВД. Склон сложный, состоит из трех террас, протяженность – 259 метров с учетом террас. Крутизна склона до первой террасы – 24° , протяженность – 64 м, вторая терраса – с крутизной 34° , протяженностью 45 м, третья – с крутизной 26° , протяженность – 82 м, направление склона восточное.

На верхнем ярусе вершины склона расположены массивные защитные лесные насаждения из дуба черешчатого, клена остролистного, ясеня обыкновенного, вяза гладкого, вяза шершавого. Подлесок представлен бузиной красной, рябиной обыкновенной. Напочвенный покров развит слабо, особенно в верхней и средней части склона.

Опыт XXI. Изучение структурной организации древесных растений на склоновых землях. Опыт двухфакторный. Фактор А – протяженность склона, фактор В – экспозиция и крутизна склона.

Объекты 18-19-20. Объекты расположены на территории Ильинского участкового лесничества КУ «Опытное лесничество» около д. Кадикасы Моргаушского района Чувашской Республики (Таблица 3.1), (Рисунок 3.5).

Опыт XXII. Разработка агротехники создания защитных лесных насаждений.

Опыт XXIII. Обоснование ассортимента применяемых древесных и кустарниковых пород при создании защитных лесных насаждений.

Объект 21. Опытный участок расположен на склонах Зеленодольского района Республики Татарстан (Приволжский подрайон) с координатами $55^{\circ} 43' 02''$ СШ $48^{\circ} 36' 38''$ на правом берегу р. Свяга, имеет солнечную экспозицию, крутизна 22° , протяженность 322 метра.

Опыт XXIV. Изучение приуроченности травянистых видов растений к разным участкам склонов.

Таблица 3.1 – Характеристика объектов для исследования ассортимента и агротехники создания защитных лесных насаждений

№ объекта	Тип леса, тип условий местопрозрастания, класс бонитета	Средний состав насаждений	Положение в рельефе	Почва	Подрост	Подлесок	Покров		Возобновление
							Травяной	Моховой, лишайник	
18	Ельник брусничный (Е бр.) ТУМ: В2 Бонитет 2 – 3 Свежая сукость	7Е2С1Б 1Б	Пологие возвышенности и пологие склоны	Серая лесная супесчаная или легко суглинистая	Редкий, групповой еловый, иногда с примесью сосны	Отсутствует или редкий, рябина, можжевельник, крушина	Брусника, черника, грушанка, майник, костяника, на более богатых почвах редко кислица, звездчатка, ландыш	Зеленые мхи	Со сменой на мягколиственные при наличии семенников с примесью сосны
19	Сосняк дубовый (С дуб) ТУМ: С2 Бонитет: 1 – 1а Свежая сукость	8С1Д1Б+Ос 1 ярус: 10С 2 ярус: из Д и Лп	Надуговые террасы и возвышенные места	Дерново-слабоподзолистая супесчаная или суглинистая	Дуб, редко сосна	Хорошо развитый, лещина, калина, клен, бересклет, липа	Богатый: сныть, звездчатка, медуница, пролеска, злаки	Отсутствует	Возобновляется поросл. дубом или со сменой на мягколиственные
20	Дубрава кленово-липовая	8Д1Ос 1Б ед. Лп, Кл,	Нижняя часть склонов	Серая лесная суглинистая	Групповой из дуба, березы, осины, липы и клена	Ср. густоты, лещина, бересклет	Густой. Папоротники, сныть, копытень,	Отсутствует	Смена на осину, березу и



Рисунок 3.5 – Экспериментальные участки для исследования ассортимента и состава древостоя в защитных лесных насаждениях

ВЫВОДЫ ПО ГЛАВЕ 3

1. Экспериментальные исследования проводились на крутых и средней крутизны склонах теневых и солнечных экспозиций в различных почвенно-климатических районах лесостепи Приволжской возвышенности на территории Чувашской Республики, Республики Марий Эл, Республики Татарстан и Ульяновской области.
2. При изучении основных экологических факторов уделено внимание на специфику природных условий исследуемых регионов: природно-климатические, геолого-геоморфологические особенности развития современного рельефа исследуемого объекта.
3. Исследования проводились на пробных площадях, размером до 0,5 га, закладываемых согласно ОСТ 56-69-83 «Площади пробные лесоустроительные. Метод закладки». Всего было заложено 21 объект и проведены 24 опыта по исследованию защитных лесных насаждениях Чувашской Республики, Республики Марий Эл, Республики Татарстан и Ульяновской области.

4 АГРОЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА СКЛОНОВ ЛЕСОСТЕПИ ПРИВОЛЖСКОЙ ВОЗВЫШЕННОСТИ

4.1 Общая характеристика почвенно-климатических условий лесостепи Приволжской возвышенности

Одним из авторов изучения территории среднего Поволжья, куда относятся исследуемые территории, является А.В. Ступишин [284]. Автором физико-географического районирования Чувашской Республики является Е.И. Арчиков [54]. На территории Чувашии выделено 6 районов: в северной части республики 3 полных: Заволжский, Приволжский, Центральный, границы которых соответствуют границам районов классификации Ступишина [277], Присурский район, который расположен вдоль правого берега р. Суры включает такие районы как Ветлужско-Кокшагский полесский район и Засурский полесский район смешанных лесов. В работе С.С. Максимова «Современные экзогенные процессы на территории Чувашской Республики» [192] по геоморфологическим особенностям территории Приволжской возвышенности в пределах Чувашской Республики по интенсивности эрозионных процессов выделены три района: Северо-Восточный, Юго-Западный и Сурский.

Почвенно-климатические условия, учитываемые при разработке агротехники создания защитных лесных насаждений в лесостепи Приволжской возвышенности весьма разнообразны. Они зависят от многих факторов: почвенных, климатических, характера рельефа, подверженности неблагоприятным природным явлениям, разнообразия растительности. Вместе с тем, в пределах исследованных территорий, отмечены территории с общими чертами гидрогеологических, почвенных, климатических факторов и растительного покрова. Они свойственны определенным подрайонам лесостепи Приволжской возвышенности.

Выделение однотипных территорий при выборе агротехники создания защитных лесных насаждений по почвенно-климатическим условиям дает возможность правильно дифференцировать лесомелиоративный фонд и рационально планировать технологические операции [154,167]. В выделенных районах наблюдаются многообразие условий местопроизрастания, где необходимо применять различные агротехнические приемы, методы и способы создания защитных лесных насаждений, их конструкции. При создании защитных лесных насаждений важно учитывать особенности формирования популяций лесных растений на отдельных территориях в естественных условиях.

В данной работе нами предложена детализация физико-географических районов в лесостепной зоне Приволжской возвышенности с выделением и уточнением границ однотипных подрайонов в лесостепной зоне Приволжской возвышенности по почвенным и климатическим характеристикам. При уточнении границ подрайонов, однородных по почвенно-климатическим условиям и требующих использования определенной агротехники создания защитных лесных насаждений с применением адаптированных к естественным условиям среды ассортимента древесно-кустарниковой растительности, использовались принципы схожести климатических, почвенных, геологических, лесорастительных условий. Создание защитных лесных насаждений в пределах лесомелиоративного фонда требует учета гидрогеологических, почвенно-климатических, геоботанических характеристик и условий рельефа участка. Уточнение границ подрайонов в пределах физико-географических районов в лесостепной зоне Приволжской возвышенности произведено с целью планирования, проектирования и создания устойчивых, долговечных и эффективных защитных лесных насаждений на склонах. Проведенная детализация и уточнение границ однотипных подрайонов в лесостепной зоне Приволжской возвышенности не противоречит известным в настоящее время районированиям территории лесостепной зоны Приволжской возвышенности

[42]. Инструктивными указаниями по проектированию и выращиванию защитных лесных насаждений на землях сельскохозяйственных предприятий РСФС в агролесомелиоративных районах рекомендован ассортимент главных, сопутствующих и кустарниковых пород в соответствии с лесорастительными условиями, составом лесомелиоративных насаждений, конструкциями лесных полос, их размещением, агротехникой и технологией создания.

В настоящей работе в лесостепную зону Приволжской возвышенности вошли: вся территория Чувашской Республики, западная часть территории Республики Татарстан, правобережная часть Республики Марий Эл, присурские районы Республики Мордовия и северная часть территории Ульяновской области. Вся территория разделена на следующие однотипные подрайоны: Присурский (1), Приволжский (2), Центральный (3), Цивиль-Кубнинский (4) и Кубня-Булинский (5) (Рисунок 4.1).

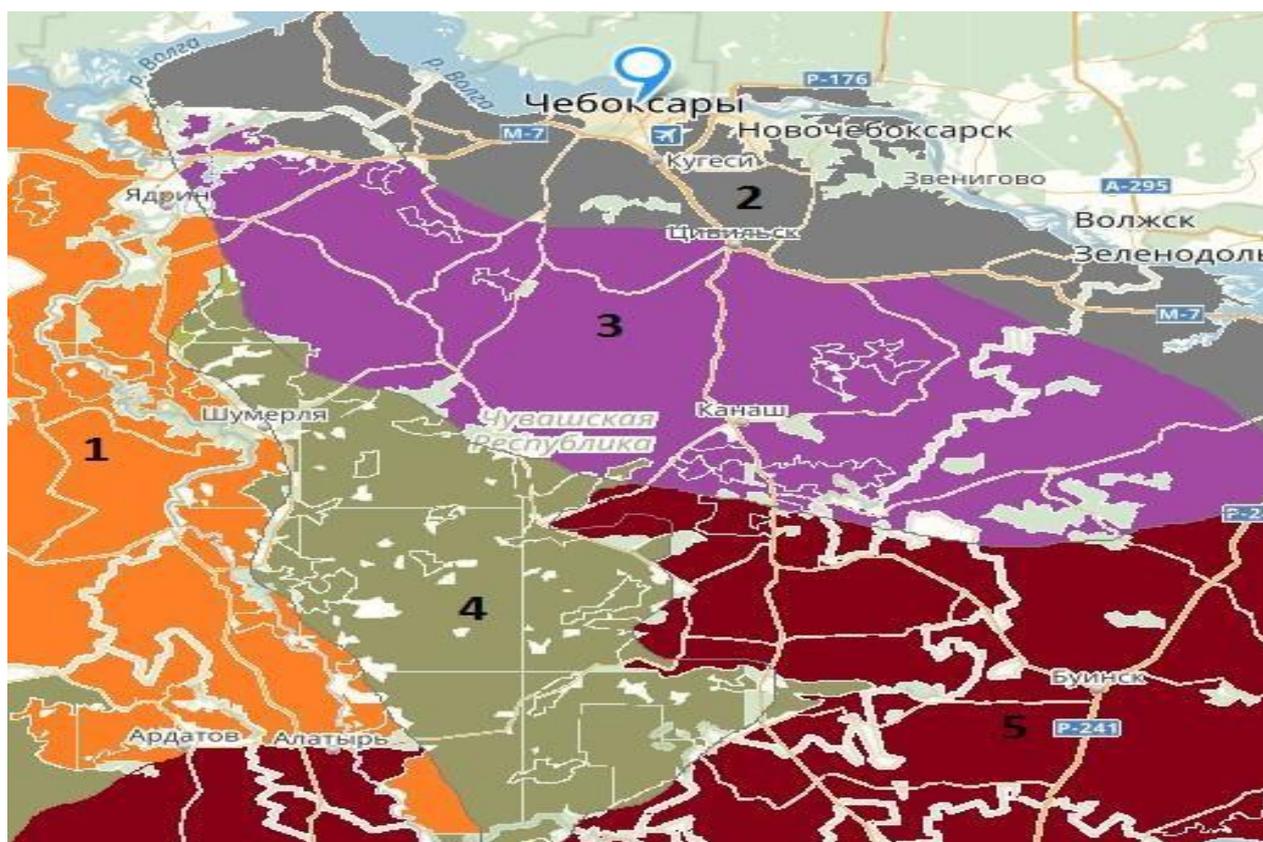


Рисунок 4.1 – Разделение территории лесостепи Приволжской возвышенности на однотипные подрайоны

В то же время, созданные по Инструктивным указаниям насаждения, по результатам инвентаризации, находятся в неудовлетворительном состоянии. Низкая приживаемость и массовая гибель древесных пород до возраста смыкания кроны связаны с отсутствием дифференцированного подхода к созданию защитных лесных насаждений без учета агроклиматических и почвенно-экологических условий по отдельным подрайонам лесостепи Приволжской возвышенности. В процессе камеральной обработки существующих карт растительности, развития эрозии, почвенных условий, гидрогеологической изученности территорий с использованием способа изолиний нами сформированы карты с выделением территорий с относительно одинаковыми свойствами почв, растительности, агроклиматическими, геологическими условиями и степенью развития эрозии.

4.2 Климатические и геоморфологические особенности склоновых земель

Исследования в условиях лесостепи Приволжской возвышенности позволили раскрыть закономерности формирования почв склоновых комплексов, определить структуру почвенного покрова и конкретизировать основные диагностические классификационные признаки почв. Согласно агрохимическому районированию, почвы лесостепной зоны Приволжской возвышенности относятся к Центральному району серых лесных почв, частично-оподзоленных и выщелоченных черноземов [291, 293]. Начало изучению почв было положено В.В. Докучаевым в Нижегородской губернии [132]. Почвы Чувашии и Татарстана изучали И.В. Тюрин [286, 287], М. Шендриков [303], С.И. Андреев [50], К.К. Захаров [140].

Значительное число публикаций посвящены результатам исследований на землях сельскохозяйственного назначения и влиянию защитных лесных насаждений на урожайность сельскохозяйственных культур. Лесные почвы описаны в работах К.К. Захарова [140], Ф.Я. Михайлова [203], А.Х. Газизуллина

Серые лесные почвы распространены в Центральном и Цивиль-Кубнинском подрайонах и занимают промежуточное положение между дерново-подзолистыми и черноземными почвами. Образование серых лесных почв происходит в результате действия оподзоливания и перегнойно-аккумулятивного процесса, сопровождающегося накоплением гумуса. Серые лесные почвы характеризуются богатым гумусом, структура комковатая, с горизонтами вымывания и вмывания. На опытных участках распространены светло-серые лесные, типично серые лесные, коричнево-серые лесные, темно-серые лесные разновидности. С севера на юг, содержание гумуса в серых лесных почвах увеличивается. В светло-серых разновидностях гумуса всего 2,5–3%, а в темно-серых достигает до 6 %. Серые лесные почвы формируются под листовыми защитными лесами, под пологом которых обильный травостой. При этом количество растительных остатков и формирующаяся с их участием лесная подстилка способствует накоплению гумуса. Видовой состав травостоя со значительным участием бобовых видов трав, обогащающих почву азотом и кальцием, усиливают этот процесс.

География дерново-подзолистых почв охватывает Приволжье и северо-западное Засурье. В качестве материнской породы выступают лёссовидные суглинки. По мере продвижения их с севера на юг степень их оподзоливания ослабевает. Их основное отличие от подзолистых почв заключается в наличии дернового горизонта. Содержание в них гумуса, азота, фосфора невелико.

Черноземные почвы распространены на юго-западе и юго-востоке изученных территорий. Почти везде они выщелоченные. На юге Присурского подрайона (северо-восточная часть Ардатовского района Мордовии), Кубня-Булинского подрайона (Кайбицкий район Республики Татарстан, Цильнинский район Ульяновской области) участками залегают тучные и типичные черноземы.

На пойменных участках рек Волги, Свияги, Суры, Цивили, Булы, Бездны сформировались дерново-пойменные аллювиальные почвы. В зависимости от условий и продолжительности затопления пойменных территорий, характера

микрорельефа пойменные аллювиальные почвы содержат гумус в разном количестве. В размещении почв на изученных территориях проглядываются определенные географические закономерности. Первая закономерность заключается в привязанности серых лесных почв к легким по гранулометрическому составу грунтам. Вторая закономерность состоит в тесной связи указанных почв с рельефом. Наиболее оподзоленные почвы развиты на вершинах склонов, наименее оподзоленные – в нижних частях. Третьей особенностью данных почв является их повышенная гумусность. Почвы на изученных территориях обычно кислые, количество гумуса в перегнойном слое зависит от типов почв и колеблется от 1,3 до 4,2 %.

Повсеместно на земной поверхности происходит выветривание и снос веществ [43, 48, 71, 83, 84, 120, 170, 314, 315]. К примеру, в Чувашской Республике, где распаханность территории составляют более 51 % сельскохозяйственных угодий, наблюдается ускоренная эрозия [140, 305]. Особенно сильно смываются почвы в Приволжском, Центральном и Присурском подрайонах (Аликовском, Красноармейском, Чебоксарском и Козловском районах Чувашской Республики). Коэффициент эродированности пахотных земель здесь достигает 91 %. В Кубня-Булинском, и в южной части Присурского подрайона, где распространены большие площади лесов, эрозионный процесс ослаблен, коэффициент эродированности здесь не более 16% (Рисунок 4.3).

В восточной части изученной территории, балок в 2,2 раза, а оврагов в 1,5 раз больше, чем в западной части. Наибольшую густоту оврагов имеет северо-восточная часть лесостепи Приволжской возвышенности. Густота речной сети в северной половине изученной территории выше, чем в южной. В юго-западной части балочная сеть гуще и превышает овражную сеть в пять раз. В пределах изученных территорий средняя густота овражной сети составляет $0,35 \text{ км/км}^2$, но местами этот показатель достигает $1,77 \text{ км/км}^2$. Овраги и балки имеют различную и часто неправильную форму: северные и восточные склоны оврагов и балок крутые и короткие, а склоны солнечных экспозиций удлиненные и

пологие, что связано с неравномерным прогреванием поверхности склона солнечным теплом и накоплением снега на поверхности.

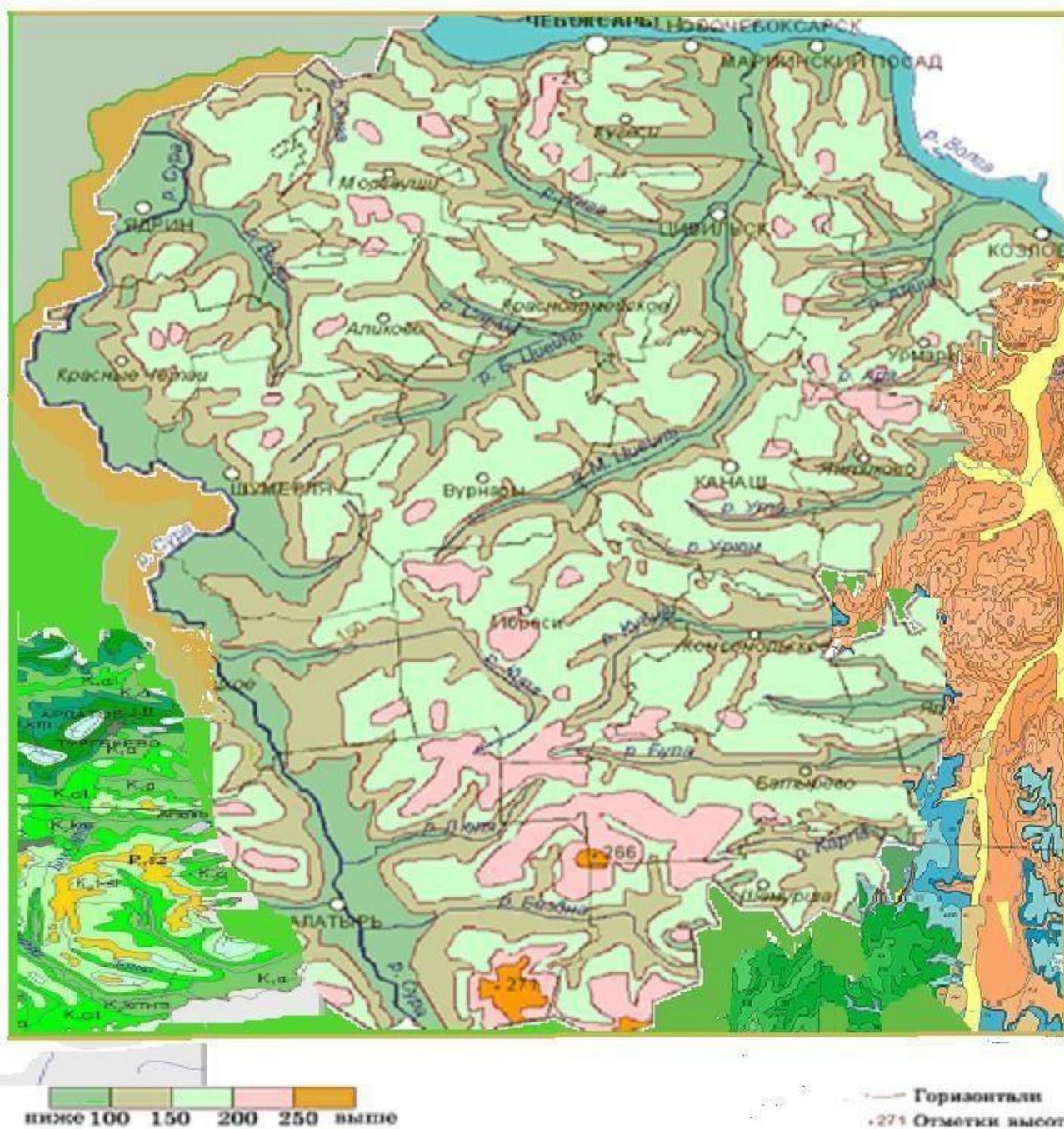


Рисунок 4.3 – Эрозионная карта лесостепной зоны Приволжской возвышенности

На всей территории лесостепи Приволжской возвышенности наблюдается чередование междуречных участков, изрезанных оврагами и балками, с глубоко врезынными речными долинами (Рисунок 4.4).

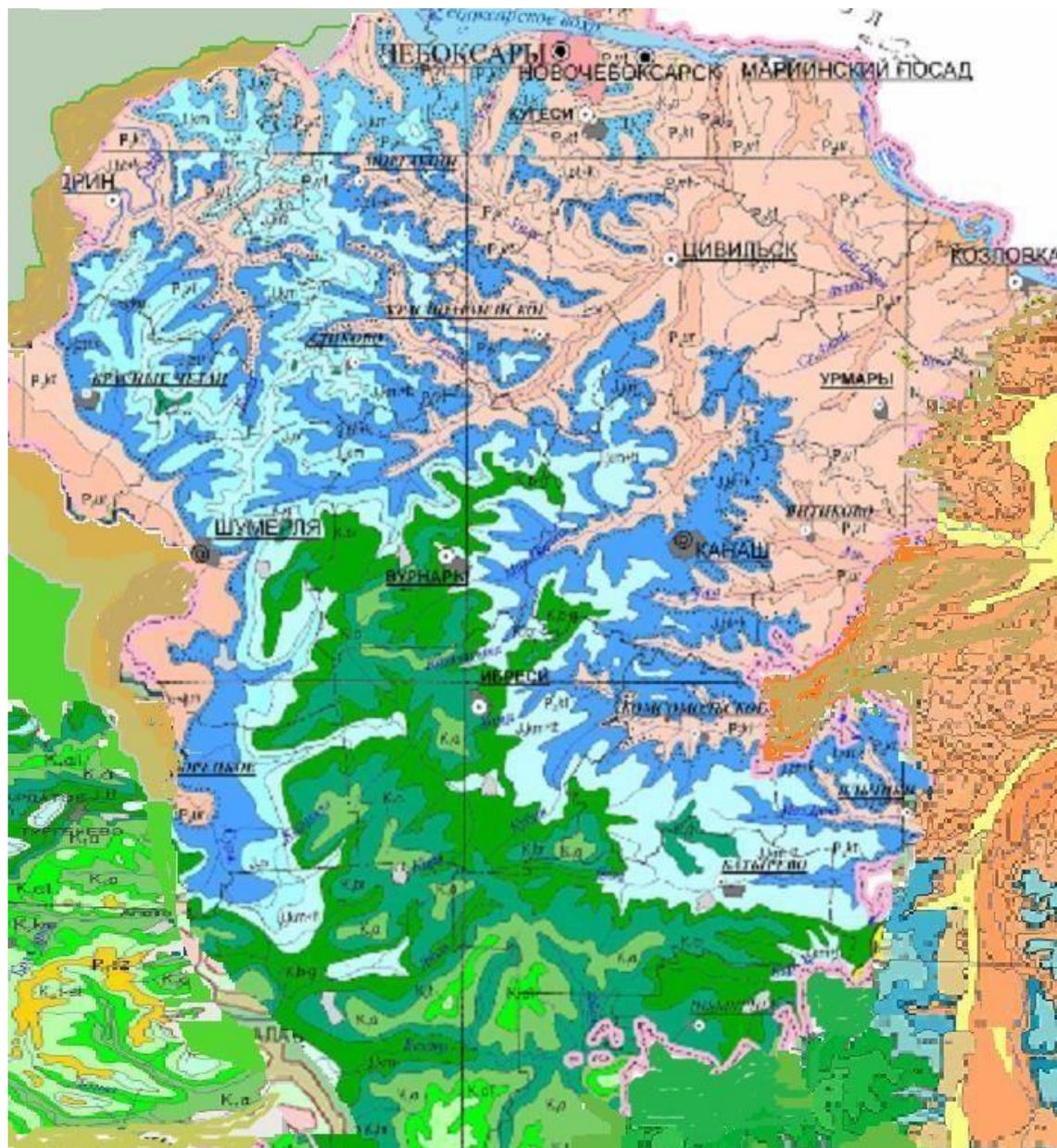


Рисунок 4.4 – Геологическая карта лесостепи Приволжской возвышенности

На крутых склонах долин рек и крупных оврагов наблюдаются оползневые явления. Такие склоны отличаются ступенчатыми уступами. Оползневая опасность в наибольшей степени проявляется на правом берегу Волги, на левом берегу Суры около города Алатыря. Склоны сложенные слоистыми толщами

водонепроницаемых слоев из глины с чередующимися с водопроницаемыми слоями супесчаных и легких суглинистых грунтов, которые при длительном увлажнении, становятся неустойчивыми, что приводит к образованию оползней. При этом формируются особые гидрогеологические, почвенные и агроэкологические условия, что требует тщательного их исследования при создании защитных лесных насаждений.

Благоприятные почвенные и климатические условия являются определяющим фактором роста и развития растительности на склонах (Рисунок 4.5). В процессе естественного зарастания склонов происходит коренное изменение экологических факторов, объем и характер которых зависит от их экспозиции и крутизны [30, 62, 75, 76]. Адаптированные к местным условиям подходы и агротехники дифференцированного использования склоновых земель нашли отображение в целой серии теоретических и методических работ по земледелию на ландшафтной основе [29, 126, 134, 149, 201, 215, 257, 329].

В европейских странах агротехники дифференцированного использования сельскохозяйственных земель уже доводятся до уровня внутривольной дифференциации – под названием «прецизионного земледелия» или «управления локальными ресурсами» [331, 333, 338, 345, 346, 349].

К сожалению, особенности землепользования на склонах большей крутизны не разработаны, не изучены особенности формирования агроэкологических факторов на склонах в результате экзогенных процессов.

Под дифференцированным использованием понимают использование склоновых земель для создания защитных лесных насаждений с учетом в ландшафте уровня солнечной радиации, наличия питательных веществ в почве, температуры и влажности почвы, воздуха, осадков и влаги, силы и направления ветра, при формировании рельефа и экспозиции склонов [350, 357, 363]. Сформированная теория агроэкологической неравнозначности пологих склонов, различающихся протяженностью, формой, крутизной и экспозицией, в полной степени не отражает особенностей склонов крутизной более 10°.

Почвенно-климатическая неравнозначность крутых склонов разной экспозиции характеризуется различиями количества поступающей солнечной радиации, запаса воды, поверхностного стока и смываемой почвы, гидротермических и питательных режимов почвы, что в конечном итоге сказывается на плодородии почвы, эффективности и продуктивности защитных лесных насаждений.

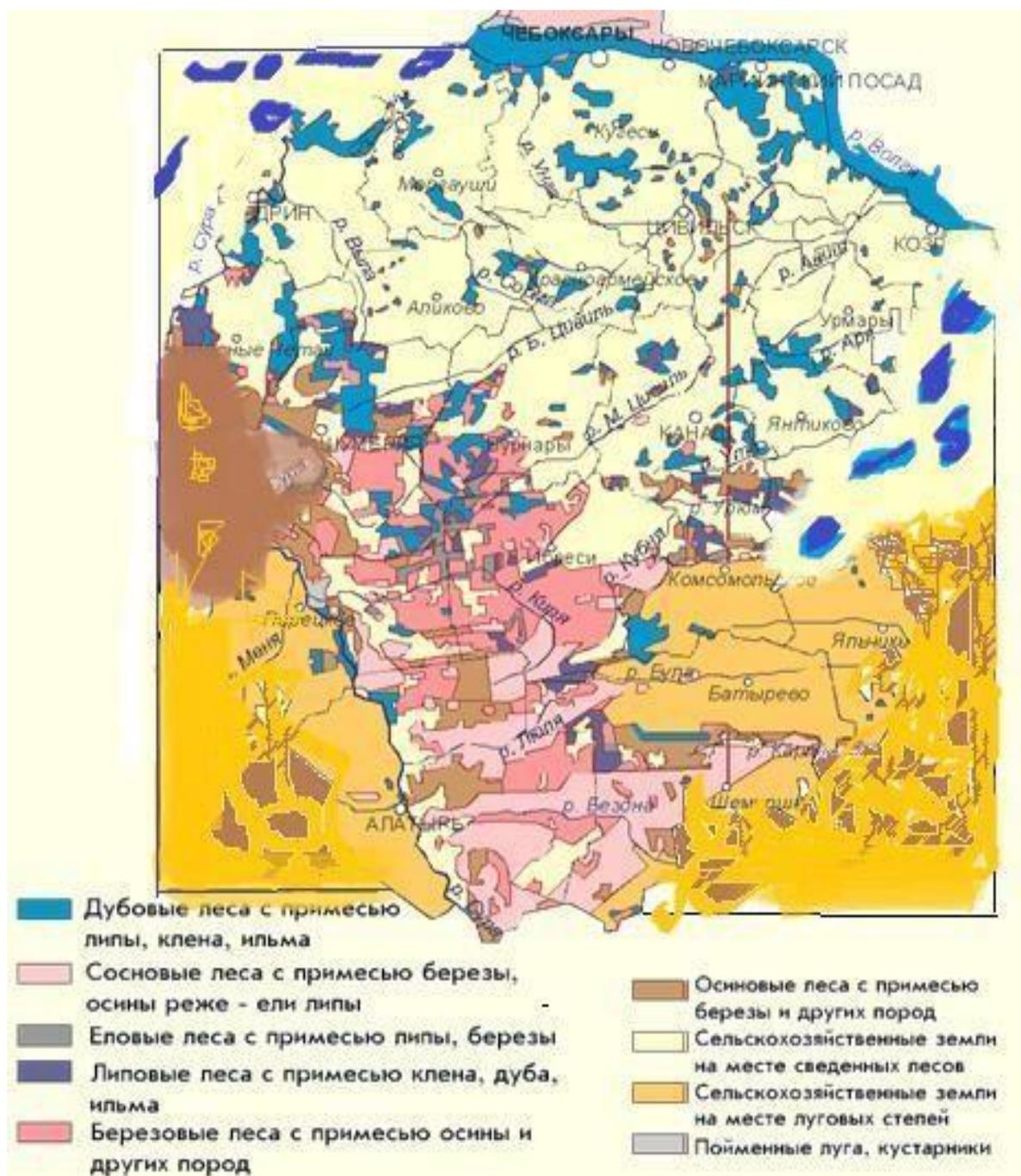


Рисунок 4.5 – Карта растительности лесостепи Приволжской возвышенности

В некоторых работах [21, 22, 25, 28, 30, 44, 81, 93, 123] указывается, что на склонах солнечных экспозиций по сравнению с теньвыми меньше накапливается снег, наблюдаются частые оттепели ранней весной и больше интенсивность снеготаяния. Под влиянием этих факторов на склонах солнечных экспозиций формируются малогумусные, смытые почвы и эрозионные процессы на склонах солнечных экспозиций крутизной свыше 15° значительно выше по сравнению склонами теньвых экспозиций. На склонах теньвой экспозиции мощность гумусированных слоев равна мощности аналогичных слоев профиля почв на водоразделе или даже превышает ее, то есть несмытые почвы занимают присклоновые части склонов теньвой экспозиции и территории плато. В зимний период в периферийной части склона формируется более мощный снежный покров, превышающий на 15–17 см запасы снега в срединной и присклоновой части, причем различия в снежном покрове как по годам, так и по длине склона обуславливают варьирование глубины промерзания почвы [88].

4.2.1 Присурский подрайон

Присурский подрайон занимает северо-восточную часть Приволжской возвышенности на территориях административных районов, примыкающих к гидрографической сети реки Сура: Ядринский, Красночетайский, Шумерлинский, Порецкий и Алатырский районы Чувашской Республики и Ардатовский район Республики Мордовия. По территории самый большой лесомелиоративный район, его площадь составляет 5529 км². Поверхность подрайона понижается с востока на запад к долине р. Сура. Выделяются две различные между собой части: узкая полоса возвышенного левобережья Суры с абсолютной отметкой высоты 271 м, изрезанная овражно-балочной сетью, и значительно превышающая по площади холмистая равнина правобережья Суры со слабым проявлением овражной эрозии, наличием песчаных дюн, отметками

абсолютных высот 72–190 метров. В приводораздельной части р. Сура высоты в пределах 70–75 м. Преобладающий фон высот соответствует интервалу 120–150 м, что свидетельствует о доминировании слабовозвышенных ландшафтов района. Глубина лесомелиоративного расчленения в долине р. Сура составляет от 70 до 90 м. Характер распределения склоновых поверхностей по крутизне указывает на более ровный рельеф. Климат подрайона умеренно континентальный. По данным многолетних наблюдений среднегодовая температура воздуха положительная – 3,7°С, при этом средние годовые температуры января -12,4°С, июля +19,4°С. Абсолютный максимум и минимум зафиксированы на отметках соответственно -44°С и +39°С (Таблица 4.1). Значительное влияние на экологические условия склонов оказывает ветровой режим. Выше среднего показателя скорость ветра наблюдается в апреле–мае и сентябре–октябре. В степном Засурье нередки суховеи, в течение года преобладают юго-западные (зимой) и западные (летом) ветры [157]. Комплекс осадочных пород юрского, мелового и четвертичного возраста в основном сформировали геологическое строение территории. Основную массу грунтов представляет татарский ярус верхней перми, глубина их залегания достигает до 60-80 метров, увеличиваясь в восточном направлении. В геологических разрезах грунтов выделены толщи песчаников, алевролиты, мергели, известняки, глины. Толщина залегания пород меняется от 85 м на западе до 178 м на востоке. Образования юрского возраста – батско-келловейский и оксфорд–киммериджский комплексы представлены преимущественно глинами с редкими прослоями и линзами песков и алевролитов. В юрских отложениях мощностью до 5,0 м развиты пески, песчаники с галькой. Четвертичные образования различного генезиса – флювиогляциальными, аллювиальными, элювиально-делювиальными перекрывают коренные породы повсеместно. Аллювиальные отложения слагают поймы и надпойменные террасы рек. Пески, мощностью отложений от 3 до 10 м с прослоями суглинков и глин, с включениями гравия и гальки, встречаются в долинах рек. Территория

подрайона относится к сильно эродированной. На территории подрайона эрозионные процессы оказывают значительный ущерб сельскому и лесному хозяйству, воздействуя на природную среду в результате обрущений, обвалов берегов оврагов, рек. Характер и масштаб подверженности эрозии территория подрайона зависят от геологической структуры и наличия защитных лесных насаждений. Кроме природных факторов, активному развитию эрозионных процессов способствует и техногенное воздействие.

Таблица 4.1 – Климатические показатели Присурского подрайона

Климатические показатели	январь	февраль	март	апрель	май	июнь	июль	август	сентябрь	октябрь	ноябрь	декабрь	средняя за год
Температура воздуха (°С)	-12,4	-11,8	-5,9	4,4	13,1	17,8	19,4	17,7	11,5	4,0	-3,5	-9,7	3,7
Абсолютный минимум	-44	-42	-32	-21	-7	-2	4	0	-6	-21	-36	-39	-44
Абсолютный максимум	5	5	17	30	35	37	39	38	34	24	16	6	39
Относительная влажность воздуха (%)	83	81	79	72	61	62	69	72	74	81	83	84	75
Количество осадков (мм)	3	28	30	32	47	58	67	58	48	48	39	37	560
Высота снежного покрова (см)	20	29	27	7	—	—	—	—	—	—	4	12	ср, из max 39
Скорость ветра (м/сек)	4,1	4,1	4,1	3,5	3,6	3,1	2,5	2,6	3,4	3,8	3,8	4,2	3,6
Число дней с метелью	9	7	7	1	—	—	—	—	—	1	3	7	35
Число дней с грозой	8	—	—	0,7	4	7	8	5	1	0,1	—	—	26

Размеры и формы оврагов разнообразны- имеют протяженность до нескольких километров и глубину более 10 м. Коэффициент пораженности в среднем составляет 0,006. На территории района развиты экзогенные процессы: оползни, обвалы. В зависимости от высоты и крутизны склонов, геологического строения, незарегулированного поверхностного стока, выклинивание подземных вод в виде родников, подмыв склоновых масс определяют участки, подверженные оползням и обвалам. На оползневых участках почвенно-

грунтовые накопления представлены смещенными пачками коренных пород. На оползневых участках наблюдается подтопление территории, заболачивание и заторфовывание, а также затопление паводками. Такие физико-геологические процессы имеют место в пределах западной, северо-западной, юго-западной частей территории подрайона на пойменной и низкой надпойменной террасах Сурской и Люльской речных долин. Исходя из условий рельефа и геологического строения в пределах территории, рассматриваемой в настоящей работе, выделены инженерно-геологические зоны – эрозионно-денудационные плато, флювиогляциальная равнина, долины рек.

Экологические условия в пределах этих зон значительно отличаются по особенностям геологического строения, физико-механическим свойствам грунтов и почв, почвенно-грунтовым и абиотическим факторам среды. Для характеристики грунтов наиболее важными являются их физические и механические свойства. Данные показатели можно использовать для определения динамической устойчивости склоновых земель и оценки интенсивности экзогенных процессов. Основными характеристиками физических свойств грунтов являются гранулометрический состав, удельный вес грунта природного сложения, удельный вес частиц грунта, влажность, границы раскатывания и текучести, пористость, коэффициент пористости, объемный вес грунта, степень влажности или степень водонасыщения. В процессе изучения физических и механических свойств грунтов, слагающих склоны, в основном рассматривались показатели, характеризующие трехфазную систему грунтов: твердые минеральные частицы, вода и воздух. Нарушение одного из элементов может привести к неустойчивости данной системы.

Особенности физических и механических свойств грунтов, полученных в процессе лабораторных исследований, позволяют анализировать особенности грунтов рассматриваемого района (Таблица 4.2, Приложение А, Б, М). Природная влажность грунтов на склонах колеблется в пределах от 7,9 % до 40,8 %. На изученных территориях в основном преобладают пески и супеси

вдоль левого берега р. Сура, а на расстоянии от 5 до 12 км от реки грунты представлены в основном глинами. Анализ природной влажности грунтов показывает, что при нормативном значении природной влажности глинистых грунтов от 12 до 26 % на некоторых участках склонов встречаются грунты повышенной влажности (Алатырский, Шумерлинский районы), где влажность грунта достигает 40 %. Повышенная влажность грунта наблюдается на оползнево-опасных участках, где наглядно проявляются динамические процессы (трещины, отрывины). Предел раскатывания определяет переход грунта из твердого в пластичное состояние. При определенной влажности грунт, в зависимости от содержания глинистых частиц, переходит в текучее состояние.

Таблица 4.2 – Характеристика физических свойств грунтов на склоновых землях Присурского подрайона

Статистические показатели	Природная влажность	Предел текучести	Предел раскатывания	Число пластичности	Показатель косистенции	Коэффициент пористости	Степень влажности
min	7,9	0,170	0,110	0,070	-0,100	0,498	0,680
max	40,8	0,630	0,260	0,390	0,940	1,291	1,040
M– средняя арифметическая	25,4	0,340	0,160	0,180	0,440	0,768	0,850
δ– среднее квадратичное отклонение	5,63	0,0792	0,026	0,058	0,2415	0,1605	0,073
mδ –ошибка среднего квадратичного отклонения	0,6	0,009	0,003	0,007	0,029	0,019	0,009
CV–коэфф. Вариации, %	22,182	23,302	16,765	32,701	54,901	20,9	8,627
D–дисперсия	0,31	0,0062	0,0007	0,003	0,058	0,025	0,005
Доверительный интервал – 95 %	23,5	0,338	0,162	0,176	0,392	0,706	0,827
Доверительный интервал +95%	26,3	0,377	0,175	0,205	0,512	0,785	0,86

Результаты исследований показали, что минимальное значение влажности, при котором грунт переходит из твердого в пластичное состояние, составляет 17,0 %, а максимальное – 63,0 %. Значительный разброс значений предела

текучести, представленных в таблице 4.2, связан с разнообразием грунтов, слагающих изученные склоны.

Чем больше значение предела текучести, тем выше пластичность грунта и тем ниже его устойчивость при определенной нагрузке на поверхность. В процессе изучения влажности грунта установлена квадратичная связь ее зависимости от глубины взятия пробы

На рисунке 4.6 представлен график зависимости природной влажности грунта от глубины взятия пробы. Коэффициент детерминации $R^2=0,74$ показывает, что на 74 % влажность грунта зависит от глубины взятия пробы. По рисунку можно предположить, что максимальное значение природной влажности грунта сосредоточено на глубине от 0,1 до 0,3 м, где влажность колеблется от 22 до 39 %, местами до 47 %.

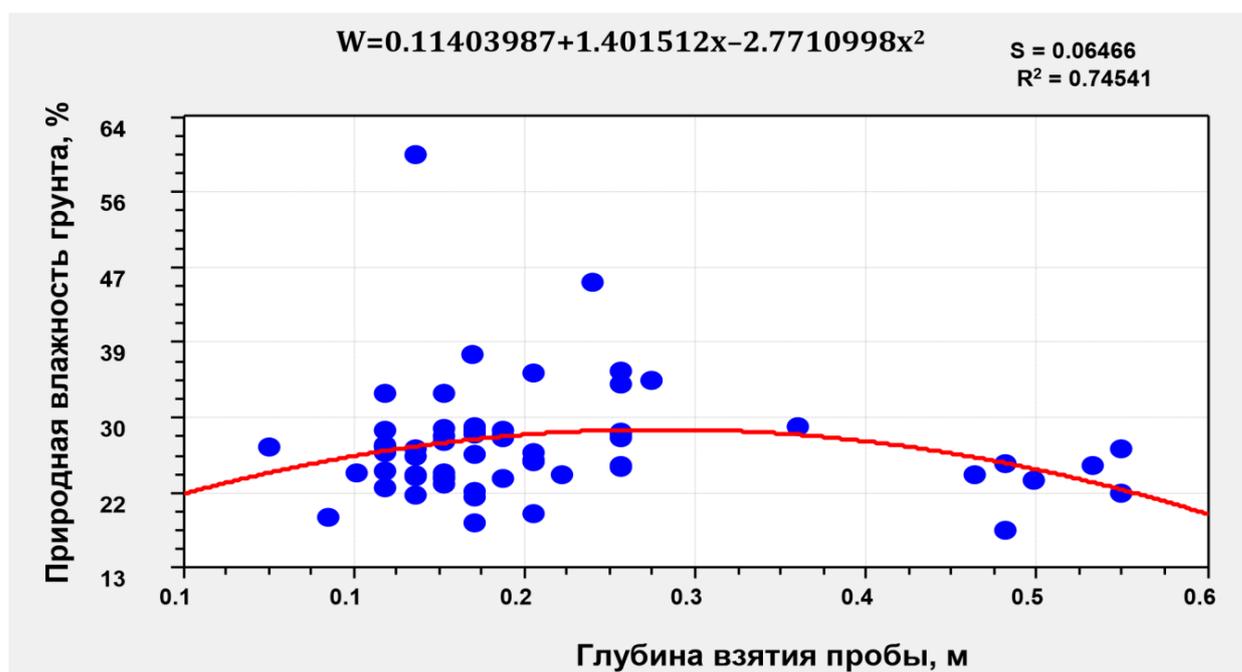


Рисунок 4.6 – Зависимость влажности грунта от глубины взятия пробы, где, x – глубина взятия пробы грунта, W –влажность грунта, %.

В пределах изученного подрайона в основном встречаются грунты с показателем предела текучести 0,5–0,63, что указывает на низкую устойчивость грунтов на склонах ввиду их высокой водонасыщенности. По значению числа пластичности можно определить вид глинистого грунта.

4.2.2 Приволжский подрайон

Приволжский подрайон вытянут по правому берегу р. Волга от устья р. Сура до устья р. Свияга и занимает 3634 км². В данный подрайон входит правобережная часть территории Зеленодольского района Республики Татарстан, Ядринский (правобережная часть р. Сура), Моргаушский, Чебоксарский, Мариинско-Посадский, Козловский районы, г. Чебоксары Чувашской Республики, Горномарийский район Республики Марий Эл. В геологическом строении наиболее распространены отложения верхней перми (татарский и казанский ярус). Максимальное количество осадков - в июле-августе. За вегетационный период в среднем выпадает 250–275 мм. Первый снег выпадает с 5 октября, в отдельные годы 27 ноября, снежный покров формируется между 30 октября и 15 декабря. Максимальная высота снежного покрова достигает 35–40 см на полях, а на лесных полянах - 50–70 см. На склонах, особенно на световых, снег легко сдувается с открытых возвышенных пространств ветрами, и в отдельные годы значительная часть полей остается на всю зиму без снега. Снег, снесенный ветром с возвышенных участков и накопившийся за зиму в понижениях, при таянии дает огромную массу воды, что способствует росту оврагов. Реки на территории подрайона относятся к бассейну реки Волги и являются ее притоками первого, второго, третьего и т.д. порядка. Речная сеть района густая и разветвленная. Среди притоков первого порядка самые крупные реки – Свияга, Большой Цивиль и Сура, но в район попадает только их нижнее течение. Целиком в пределах района расположены притоки реки Волги первого порядка – Юнга, Сундырь, Чебоксарка, Сундырка.

Климат умеренно-континентальный, средняя годовая температура воздуха 2,7–2,9°С. Абсолютные минимумы температур достигают -46°С, а абсолютные максимумы +36°С. Средняя температура января (самого холодного месяца в районе), по данным Чебоксарской метеостанции, -12,7°С. Сумма положительных

температур равна 2450–2550°С. Годовое количество осадков колеблется от 450 до 480 мм.

Подробное описание геологической структуры изучаемого подрайона выполнено Арчиковым Е.И. [53]. Приволжский подрайон, где расположены исследуемые участки, приурочен к одному из структурных элементов Русской платформы – к северо-восточной части Токмовского свода. Чебоксарский прогиб указанного свода располагается на участке между Козьмодемьянском и Чебоксарами, имеет четкие контуры и крутые склоны. Склоны правого берега реки Волги в основном сформированы на породах пермского, юрского и четвертичного периодов.

На дневную поверхность выходят верхнепермские отложения. Они представлены морскими образованиями казанского века и континентальными терригенными породами татарского века. Татарский ярус подразделяется на уржумский, северодвинский и вятский горизонты.

Уржумский горизонт расчленяется на нижнюю и верхнюю подсерии. Нижняя подсерия обнажается только в правобережье р. Волга, ниже г. Мариинский-Посад. Абсолютная отметка кровли здесь находится на высоте +117,3 м. При движении на север она понижается. Подсерия представлена породами карбонатной толщи, которые подразделяются на две пачки: нижнюю, карбонатно-глинистую, мощностью 26–43 м, и верхнюю, глинисто-карбонатную, мощностью 18–42 м. Литологический состав пачек однотипен: известняки и доломиты светло-серые, мергели серые, алевролиты коричневато-серые. Общая мощность возрастает при движении на восток от 12 до 87 м. На западе исследуемой территории снижается содержание карбонатных пород и увеличивается присутствие глин, алевролитов и песчаников. Мощность отложений возрастает в северо-западном направлении от 20 до 53 м.

Северодвинский горизонт делится на три свиты – слободскую, юрпаловскую и путятинскую. Слободская свита представлена озерными и подводно-дельтовыми фациями. Обнажается на правобережном склоне долины

Волги и в долинах ее правых притоков. Абсолютные отметки кровли снижаются в северо-западном направлении от +183 до 31 м. Сложена глинами аргиллитоподобными с прослоями мергелей и известняков, существенна роль песчаников и алевролитов. Мощность нарастает к северо-востоку от 14 до 60,8 м. Юрпаловская свита представлена дельтовыми и подводно-дельтовыми речными отложениями, и мелководными морскими образованиями. Они обнажаются в обрывах правобережного склона долины Волги и в долинах ее правых притоков. Абсолютные отметки кровли снижаются от 186,9 до 54 м в северо-западном направлении. Представлена песчаниками, алевролитами, глинами, мергелями и известняками серыми. Мощность отложений увеличивается к северо-востоку от 11 до 39 м.

Вятский горизонт образован аллювиальными и аллювиально-дельтовыми образованиями. Они слагают водоразделы и верхние части склонов на высоком правобережье Волги. Абсолютные отметки кровли колеблются от +188 до 106 м, горизонт представлен песчаниками, содержащими прослойки и линзы конгломератов, алевролитами, глинами аргиллитоподобными, редко мергелями. Мощность достигает 42,0 м.

Юрская система на исследуемой территории сформирована средним и верхним отделами. Средний отдел представлен келловейским ярусом. Здесь он подразделяется на нижний и средний подъярусы. Нижний подъярус встречается в южной части исследуемого района и сформирован темно-серыми и черными алевролито-глинистыми отложениями. Абсолютные отметки кровли варьируют от 116,1 до 216,6 м. Преобладают глины, подчиненное значение имеют алевролиты и пески. Мощность возрастает в юго-восточном направлении от 22,2 до 34,4 м. Отложения среднего подъяруса сохранились в виде островков в южной части исследуемой территории и образованы оолитовыми глинами, мергелями и известняками. Абсолютные отметки кровли изменяются от 148 до 188 м. Мощность увеличивается от 1,6 до 3 м в направлении на юго-восток. Верхний отдел представлен кимериджским и волжским ярусами. Кимериджский ярус

распространен ограниченно на вершинах водоразделов правых притоков Волги. Абсолютные отметки кровли варьируют от 173,1 до 194,6 м. Ярус сформирован однородной толщей глин с редкими прослоями мергелей. Мощность возрастает на юго-восток от 8,8 до 31,4 м.

Волжский ярус имеет очень слабую сохранность. Абсолютные отметки подошвы колеблются от 173 до 176 м. Представлен глинами с прослоями алевритов и линзами мергелей на юге исследуемого района. Мощность увеличивается на юго-восток от 4,4 до 11 м. В строении волжских склонов породы юрского возраста непосредственного участия не принимают, но, размываемые эрозией, эти грунты выносятся в береговую зону Чебоксарского водохранилища водотоками. Неогеновая система имеет очень ограниченное распространение по правобережью Волги к западу от г. Новочебоксарск и представлена кинельской свитой плиоцена. Абсолютная отметка подошвы располагается здесь на высоте 126 м. В разрезе преобладают глины и пески темно-серые. Общая мощность – до 56,0 м.

На территории рассматриваемого подрайона сформировался элювий с преобладанием алевритовых фракций под действием перигляциальных процессов. Вдоль теневого края Чувашии и окрестностей Свияжска (Татарстан), на правом берегу Волги, залегают четвертичные лессовые покровные суглинки, которые перекрывают размытые поверхности перми и юры. В покровных суглинках содержится лёсс, а ниже – суглинки и глины. По Г.П. Бутакову [83], они также образовались в перигляциальных условиях. Мощность отложений достигает 20 м. Залегают они на водоразделах и на пологих склонах балок (крутизной 2–10°). В нижних частях склонов отложения имеют солифлюкционный генезис, а в верхних – делювиальный.

Северная часть Чувашского плато, которое тянется вдоль Волги и южнее до реки Большой Цивиль, территория сильно изрезана овражно-балочно-речной сетью. Глубина эрозионного расчленения достигает 90–145 м. Территория этого подрайона характеризуется густой эрозионной сетью (до 2 км на км² площади),

имеет очень густую эрозионную сеть. Форма и размеры оврагов подрайона очень разнообразны. Интенсивно развивающиеся овраги ежегодно сокращают сельскохозяйственные земли подрайона, причиняют огромный ущерб земельным ресурсам. Также интенсивно развиваются балки и промоины. Их протяженность колеблется от 0,5 до 2–3 км. Широко распространены по правому берегу р.Волги и по склонам малых рек и некоторых оврагов оползневые участки. Оползни, как и овраги, наносят огромный ущерб сельскому хозяйству и разрушают защитные лесные насаждения. Основными причинами эрозионных процессов на склонах являются:

- предельная крутизна склона;
- лишение естественной опоры массива грунта склона из-за переработки подошвы склона;
- ослабление силы сцепления и трения грунта при его увлажнении, что возможно при интенсивных проливных дождях или в результате искусственного повышения уровня подземных вод при формировании террас;
- влияние взвешивающего действия воды на грунты в основании склона.

Характеристика физических свойств грунтов (Таблица 4.3) позволяет сделать вывод, что грунты, в основном влажные и насыщенные водой (при показателе степени влажности от 0,5 до 0,8), грунты влажные (насыщенные водой более 0,8).

Важным показателем при изучении физических свойств грунтов является природная влажность. Величина природной влажности определяет прочность породы и ее поведение под нагрузками. Влажность имеет особое значение для глинистых грунтов, резко меняющих свои свойства в зависимости от степени увлажнения. Графически зависимость показателя степени влажности от значения природной влажности грунта можно выразить следующим образом (Рисунок 4.7). Статистические данные позволяют делать вывод о возможности использования данной модели, так как адекватность уравнения подтверждается

коэффициентом детерминации, равным 0,679, что подтверждает зависимость степени влажности от природной влажности грунта.

Таблица 4.3 – Характеристика физических свойств грунтов на склоновых землях Приволжского подрайона

Статистические показатели	Природная влажность	Предел текучести	Предел раскатывания	Число пластичности	Показатель косистенции	Коэффициент пористости
1	2	3	4	5	6	7
min	14,6	0,140	0,070	0,010	0,587	0,590
max	32,2	0,280	0,430	0,870	1,037	0,980
M– средняя арифметическая	24,2	0,170	0,180	0,340	0,742	0,860
δ – среднее квадратичное отклонение	0,039	0,032	0,0745	0,224	0,1091	0,089
m δ –ошибка среднего квадратичного отклонения	0,005	0,00413	0,0095	0,028	0,0139	0,0114
CV–коэфф. Вариации, %	16,3	18,8	41,43	65,93	14,7	10,4
D–дисперсия	0,0015	0,001	0,005	0,05	0,0119	0,008
Доверительный интервал – 95 %	0,231	0,175	0,166	0,307	0,745	0,822
Доверительный интервал +95%	0,251	0,191	0,204	0,422	0,801	0,868

Примечание: При $I < 1$ грунт в твердом состоянии 0–0,25 полутвердый, 0,25–0,5 тугопластичный, 0,5–0,75 мягкопластичный, 0,75–1,0 текучепластичный, больше 1 текучий). Степень влажности: По степени заполнения пор водой крупнообломочные и песчаные грунты делятся на маловлажную $S < 0,5$, влажные $0,5 < S < 0,8$, насыщенные $S > 0,8$.

В процессе изучения физико-механических свойств грунтов возникает необходимость определения, насколько влажность грунта влияет на динамическую устойчивость склоновых земель. Особенности экзогенных процессов зависят от свойств глинистых грунтов, таких как текучесть и пластичность.

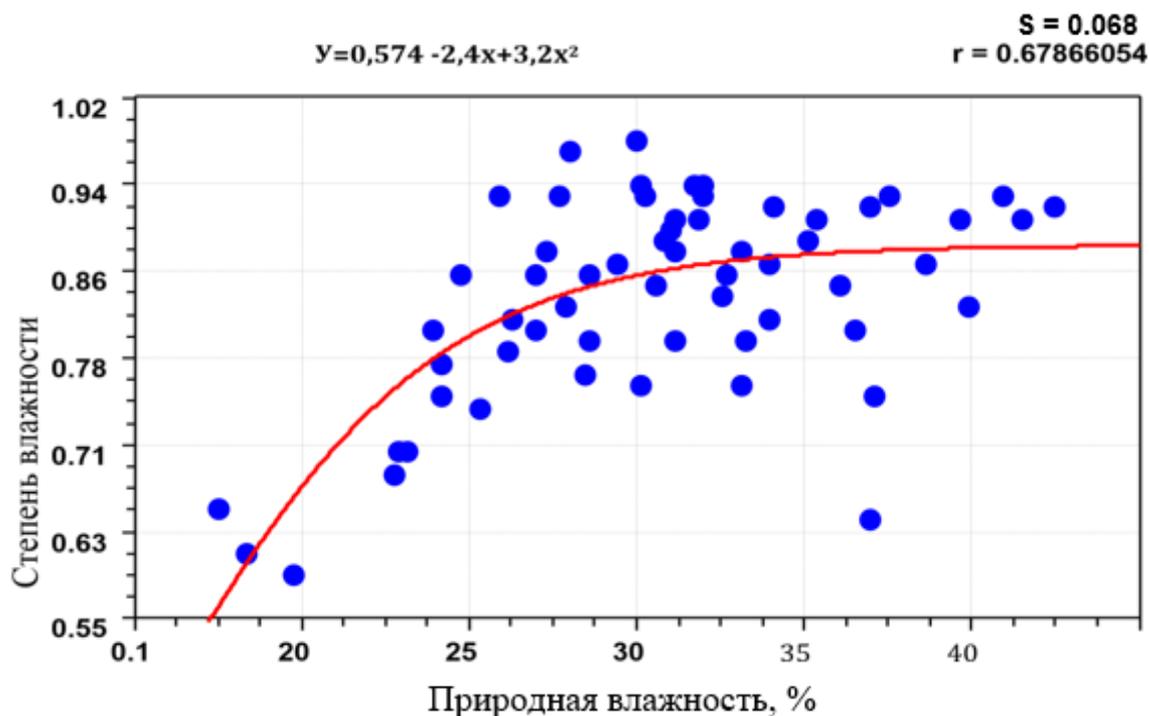


Рисунок 4.7 – График зависимости показателя степени влажности от значения природной влажности грунта

Грунт переходит в текучее состояние в том случае, когда влажность достигает такой величины, что грунт из состояния пластичности переходит в состояние текучести. В геологии в текучепластичное состояние грунт переходит при величине показателя текучести в пределах от $0,75 < ИЛ \leq 1,0$, а в текучее состояние при значении $ИЛ > 1,00$. Приведенные в таблице 3 данные позволяют нам сделать вывод, что по показателю текучести грунты можно отнести к категориям от полутвердых до мягкопластичных. Текучепластичные и текучие грунты в данном ландшафтном районе не встречаются. Мариинско-Посадский участок Приволжского подрайона в геологическом отношении характеризуется следующими особенностями: почвенно-растительный слой мощностью до 50 см залегает на суглинках мощностью до 10 метров, на глубине до 18 метров грунт представлен слоем светло-серого песка, далее – известняками трещиноватыми и мергелями. Пробные площади на территории Чувашской Республики были заложены на юго-восточном склоне в окрестностях деревни Ураково Мариинско-Посадского подрайона (координаты $56^{\circ}06'16''$ СШ и $47^{\circ}52'18''$ ВД).

Особенностью подрайона является развитие эрозионно-денудационных процессов на поверхности склона. Глубина местного базиса эрозии составляет 110–150 метров. Эрозионные процессы во многом зависят от климатических особенностей района. Абсолютные отметки берега – 140–150 м над уровнем моря, по мере движения вверх по склону отметки меняются от 150 до 200 м. Литологический состав слагающих пород описывали по обнаженным участкам берегового обрыва.

Геологический разрез заовражного участка представлен следующими слоями: мелкозернистые пески и супеси на глубине до 1,5 метров, далее пестроцветные известково-песчанистые глины мощностью 3,0–3,5 м, серые известняки содержанием мергели, песчаники, мергели и доломиты.

4.2.3 Центральный подрайон

Центральный подрайон расположен в пределах Кайбицкого района Республики Татарстан и семи административных районов Чувашской Республики: Аlikовского, Красноармейского, Цивильского, Урмарского, Вурнарского, Канашского и Янтиковского. Продолжительность вегетационного периода 170 дней. Сумма положительных температур за вегетационный период – 2600°. Средняя годовая температура 2,7–3,0°C. Средняя температура холодного периода -13,2°C, а средняя температура теплого периода –18,8°C. Колебания среднемесячных температур составляет 32°C. Абсолютные минимумы температуры достигают в отдельные годы -42°C, а абсолютные максимумы +35,3°C (Рисунок 4.8).

Продолжительность вегетационного периода определяет благоприятные условия для роста и развития растений. Ливневой характер осадков в летний период вызывает интенсивный смыв почв на склонах и берегах балок, усиливая рост оврагов. Первый снег выпадает в конце сентября, а в конце ноября устанавливается устойчивый снежный покров. В середине апреля наблюдается интенсивное таяние снега.

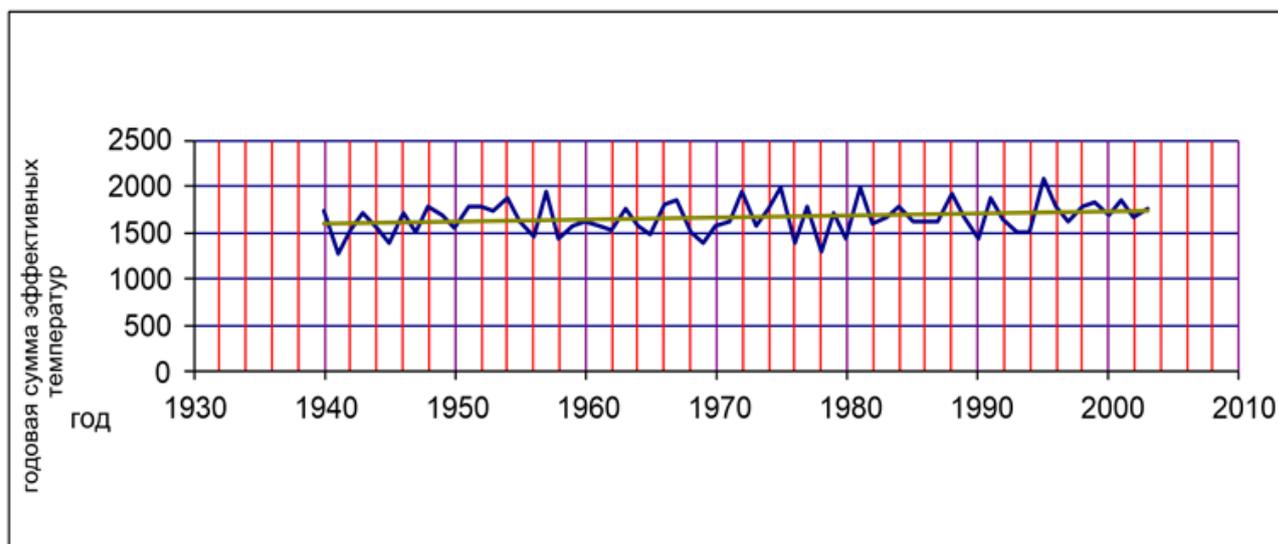


Рисунок 4.8 – Ход и линейный тренд суммы эффективных температур $+5^{\circ}\text{C}$ и более (Канаш)

Почва промерзает на глубину от 51 до 135 см. Средняя толщина снежного покрова 40 см. В большом количестве с поверхности полей в зимний период снег сдувается ветром в пониженные элементы рельефа и на склоны северной экспозиции. Преобладают ветры юго-западного и юго-восточного направлений в зимний период, юго-западного и западного- летний период.

Территория подрайона расположена в пределах Чувашского эрозионно-денудационного плато, являющегося частью Приволжской возвышенности. Высотные отметки поверхности над уровнем моря меняются от 65–80 м в долинах рек до 200–215 м на водоразделах. Превышения относительно поверхности составляют 30–80 м, а относительно основного базиса эрозии, р. Волги, – 120–130 м. Территория подрайона расчленена на водоразделы долинами рек Выла, Большой Цивиль, Малый Цивиль, Анищ, Свяга, Кубня и их притоками, а также многочисленными логами и оврагами на ряд пологих возвышенностей и увалов. Протяженность оврагов меняется от ста метров до 3,0–5,0 км, их глубина как правило достигает 2–6 м. В центральной части подрайона, к северу от реки Ута, глубина оврагов достигает до 15–20 м. В пределах 50–60 % территории района относятся к категории потенциального

развития эрозионных процессов, из них сильноэродированных – 15–20%. В долинах рек выделяются узкие полосы поймы, максимальной шириной до 1,5–2,0 км. Отдельные участки склонов речных долин крутые, обрывистые и подвержены разрушению во время прохождения паводков, местами отмечаются оползни.

Территория подрайона расположена в пределах восточной части Русской платформы и сложена осадочными породами верхнепермского и четвертичного возраста. Пермской системы представлены нижним и верхним отделами татарского яруса. Нижние слои сложены известняками, доломитами, известковыми песками, аргиллитами, мергелями и глинами мощностью 65–80 м. В верхнем отделе пермской системы преобладают песчано-глинистые породы, мощностью от 5 до 70 м. Четвертичные отложения – элювиально-делювиальные покровные отложения, в составе которых преобладают суглинки, реже встречаются пески и глины полностью перекрывают отложения перми. Отложения, мощностью от 2 до 10 м, достигая на отдельных участках 18–20 м. на водоразделах и наблюдаются на разных участках склонов сверху вниз по склонам. Нередко встречаются лессовидные суглинки, местами макропористые. В долинах рек развиты аллювиальные отложения – суглинки, пески, галечники. мощностью 3–5 м. Максимальная мощность аллювиальных отложений 10–15 м. отмечены в долине реки Кубня. В оврагах наблюдаются овражные отложения – пески и суглинки с примесью щебня, мощностью до 2 м. Ширина рек от 1 до 15 м., многие из них мелководные, так как грунтовые воды залегают глубоко. Скорости течения рек 0,1 м/сек, на перекатах водохранилищ до 1,0 м/сек. Центральный подрайон характеризуется наличием пойменных и карстовых озер: Шихазанское, Аль, Тенсер-Куль, Кюль-Хири и другие с глубинами от 5 до 17 м. В пределах границы водоразделов склоны обрывистые, на большей части территории района не задернованы и во многих местах изрезаны глубокими оврагами и свежими промоинами. Высота обрывов 5–8 метров. Наблюдаются многочисленные оползни, как старые (стабилизировавшиеся), так и свежие

(активные). Крутизна склонов от 15 до 40 градусов, чаще с уклонами 25–35 градусов. Дно речных долин занято оползневymi отложениями. Рельеф волнистый, речные долины, балки и овраги менее глубокие, водоразделы образуют широкое плато. Коэффициент расчлененности достигает 1,42.

Литологический состав склоновых грунтов сложен глинистыми породами четвертичного и юрского возраста и включает в себя почвенно-растительный слой от 20 до 60 см, глину, мощностью до 3,5 метра и более, тугопластичную, коричневую, светло-серую, серую с редкими включениями аргелитовой щебенки, полутвердую, мощностью от 2 до 4 метров. Юрские отложения представлены серыми, темно-серыми, тяжелыми, полутвердыми глинами. Коэффициент фильтрации юрских отложений в массиве не превышает 0,01 м в сутки. Четвертичные образования представлены среднечетвертичными элювиально-делювиальными и современными оползневymi отложениями, и почвенно-растительным слоем. Элювиально-делювиальные отложения представлены толщей коричневых, серо-коричневых, тяжелых тугопластичных глин, содержащих до глубины 2,5 м незначительное количество (менее 5 %) известковых журавчиков, залегают на юрских породах. Коэффициент фильтрации элювиально-делювиальных отложений в массиве при ненарушенной структуре не превышает 0,01 м в сутки. Физические характеристики почв и грунтов позволяют количественно оценить их свойства. Как правило, влажность для большинства почв и грунтов меняется в пределах от 10 до 60 %. Характер порозности обуславливается физическими и физико-химическими процессами, протекающими в почве: растрескиванием её под действием увлажнения-высыхания, нагрева-охлаждения, набухания-сжатия; передвижением жидкой фазой и деятельностью живой фазы, выщелачиванием и выносом различных химических соединений в нижележащие горизонты. Степень порозности также зависит от почвенной структуры, гранулометрического состава и содержания гумуса. Порозность убывает вниз по почвенному профилю, однако иллювиальные и элювиальные горизонты зачастую имеют меньшую порозность,

чем материнская порода. Порозность почвы изучается с целью определения степени заполнения пор водой. По степени заполнения пор почвы водой крупнообломочные и песчаные почвы условно разделяются на маловлажные ($S_r < 0,5$), влажные (при $0,5 < S_r < 0,8$) и насыщенные (при $S_r > 0,8$). Степень влажности в естественных суглинистых почвах и глинах, как правило, составляет 0,8–0,9 и во многих случаях близка к единице. Для мелких и пылеватых песков или супесей эта величина составляет 0,6–0,7, для более крупнозернистых почв – 0,7–0,8. Ниже приводим результаты изучения физических показателей грунтов центрального лесомелиоративного подрайона (Таблица 4.4). Изучение динамической устойчивости склоновых земель при создании защитных лесных насаждений требует определения таких показателей, как пластичность, текучесть и предел раскатывания. При изменении влажности свойства суглинистых и глинистых грунтов существенно меняются. Для оценки перехода грунтов из твердого состояния в пластичное определяют предел пластичности.

Таблица 4.4 – Характеристика физических свойств грунтов на склоновых землях Центрального подрайона

Статистические показатели	Природная влажность	Предел текучести	Предел раскатывания	Число пластичности	Показатель косистенции	Коэффициент пористости	Степень влажности
1	2	3	4	5	6	7	8
min	17,7	0,26	0,12	0,07	0,07	0,561	0,48
max	60,2	0,88	0,41	1,2	1,2	1,894	0,97
M– средняя арифметическая	26,4	0,42	0,19	0,22	0,285	0,871	0,86
δ – среднее квадратичное отклонение	0,066	0,104	0,055	0,12	0,15	0,187	0,081
m δ –ошибка среднего квадратичного отклонения	0,006	0,009	0,005	0,011	0,014	0,018	0,007
CV–коэфф. вариации, %	25	24,7	28,9	54,5	52,6	21,5	9,4
D–дисперсия	0,004	0,011	0,003	0,015	0,022	0,035	0,006

Нижний предел пластичности глинистых грунтов определяется показателем предела раскатывания. Показатель природной влажности определяет динамическую устойчивость склоновых земель. Результаты регрессионного анализа зависимости природной влажности и предела текучести показывают, что коэффициент корреляции Пирсона $R=0,745$, коэффициент Фишера $F=137,2$, число степеней свободы $df=1,110$ (Таблица 4.4).

Влажность на границе пластичной и текучей консистенции называют пределом текучести. Свойства грунтов склоновых земель, особенно глинистых, с изменением их влажности постепенно меняются. Показатель текучести I_L в зависимости от состояния увлажненности может быть в пределах: $I_L < 0$ – грунт находится в твердом состоянии; $0 < I_L < 1$ – грунт в пластичном состоянии; а при $I_L > 1$ грунт находится в текучем состоянии. Для суглинистых и глинистых почв введено более детальное деление пластичной консистенции на полутвердую (0...0,25), тугопластичную (0,25...0,5), мягкопластичную (0,5...0,75) и текучепластичную (0,75...1,0). Результаты исследований грунтов склоновых земель Центрального подрайона показывают, что склоны в основном представлены глинами и суглинками: природная влажность колеблется в пределах 18,6...53,1 %, в некоторых местах влажность достигает 60,2 %. По показателю предела текучести можно судить о неоднородности увлажненности грунтов. На разных глубинах встречаются как полутвердые, так и мягкопластичные грунты. К примеру, анализируя разрез Кр 2, мы сталкиваемся с ситуацией, что на глубине два метра грунты по консистенции полутвердые, затем на глубине три метра становятся мягкопластичными, а на глубине четыре метра – тугопластичными. Как показали многочисленные опыты, с увеличением в грунте содержания глинистых частиц растет разность числовых значений влажности на пределе текучести и пластичности, которая названа числом пластичности.

В данной работе для классификации видов грунта использовали показатели числа пластичности. Классификация производилась по следующим

показателям: $I_p = 0,01 \dots 0,07$ – супеси, $I_p = 0,07 \dots 0,17$ – суглинки, $I_p > 0,17$ – глины. Степень влажности в пределах 70...90 % соответствует влажности глин и суглинков. При этом надо отметить, что показатель степени влажности в верхней и нижней части склона существенно отличается. Если в нижней части склона этот показатель в пределах 0,85–0,87, то в средней части – в пределах 0,73–0,75. Природная (естественная) влажность почв и грунтов на склонах является очень важной характеристикой физического состояния породы, определяющей ее прочность и другие свойства при оценке устойчивости. Для характеристики физического состояния породы знания одной абсолютной влажности недостаточно, необходимо еще знать степень заполнения пор водой. Для этого и определяют относительную влажность (коэффициент влажности) грунта. Естественную влажность грунтов определяли высушиванием образцов до постоянного веса при температуре 105 – 107°C. Эта величина температуры физически необоснована, но она предусмотрена стандартом и поэтому результаты, получаемые из различных образцов грунта и почвы, сопоставимы.

В статистике принято, что если коэффициент вариации меньше 10 %, то степень рассеивания данных считается незначительной; от 10 % до 20 % – средней; больше 20 % и меньше или равно 33 % – значительной; если значение коэффициента вариации не превышает 33 %, то совокупность считается однородной; если больше 33 %, то – неоднородной. Все результаты физических показателей грунтов на склонах в совокупности однородные, за исключением показателей числа пластичности и показателя консистенции. По графику зависимости нами выявлены закономерности влияния предела текучести на показатели природной влажности грунта, разработана модель зависимости показателя степени влажности от коэффициента пористости (Рисунок 4.9). Анализ показателей предела текучести и природной влажности позволил нам сделать вывод о прямой зависимости между этими показателями и получить математическую модель, которую можно выразить следующим образом:

$$Y = 0,1107 + 1,175 x \quad (4.1)$$

Обработка полученных результатов методами математической статистики показывает, что стандартное отклонение составляет $S=0,149$, коэффициент детерминации $R^2=0,64$. Для определения динамической устойчивости склонов важно выяснить, насколько водонасыщенность зависит от порозности почвы. Для этого нами определены коэффициент влажности и коэффициент пористости. Если коэффициент пористости обозначим через e , а степень влажности – K_w , то данную зависимость можно выразить следующим образом:

$$K_w = -65,39 e + 371,153e^2 \quad (4,2)$$

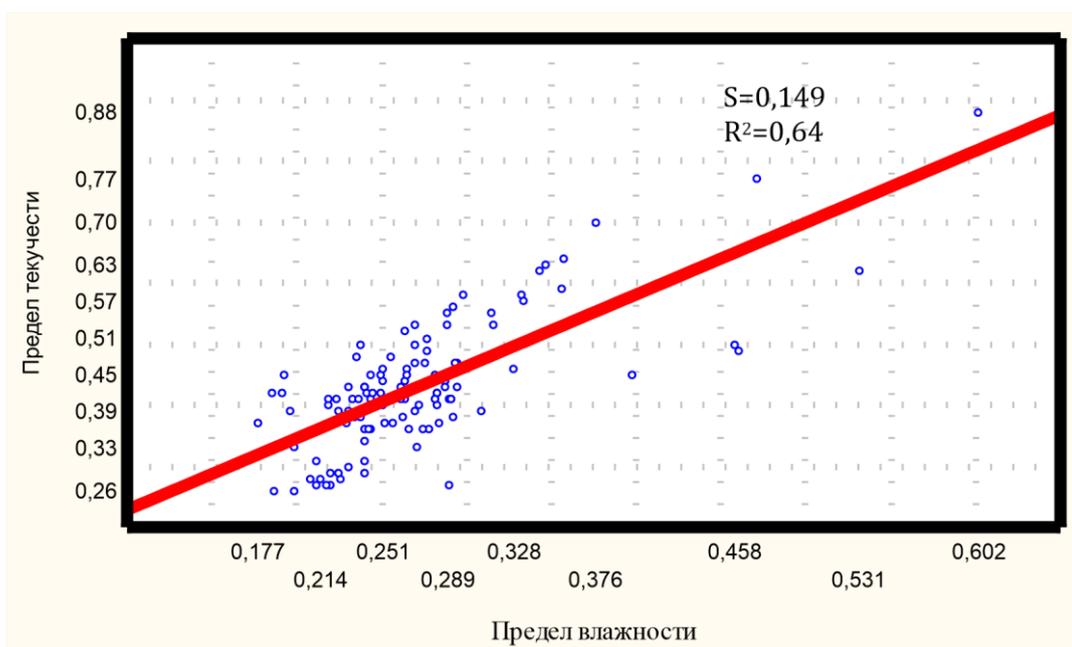


Рисунок 4.9 – Зависимость предела текучести от природной влажности грунта

Квадратичная зависимость влажности грунта и почв от показателя пористости коррелируется и адекватна. Высокая адекватность модели подтверждается результатами математической обработки данных. Коэффициент детерминации составляет 0,97; стандартное отклонение – 0,064.

4.2.4 Цивиль-Кубнинский подрайон

Цивиль-Кубнинский подрайон включает Ибресинский, Комсомольский, Яльчикский, Батыревский административные районы, южные территории Алатырского административного района Чувашской Республики и часть Буинского административного района Республики Татарстан. Умеренно-континентальный климат и характеризуется умеренно снежной зимой и теплым летом. Среднегодовая температура воздуха $+3^{\circ}\text{C}$; средняя температура холодного периода составляет $-12,8^{\circ}\text{C}$; $+18,5^{\circ}\text{C}$ – средняя температура теплого периода, максимумальная температуры воздуха $+37^{\circ}\text{C}$, минимальная -42°C . Нормативная глубина сезонного промерзания суглинистых и глинистых почв составляет 1,6 м, песчаных почв – 1,9 м. Район расположен в пределах зоны с влажными и недостаточно влажными условиями климата. Годы с избыточным увлажнением чередуются с годами с недостаточным увлажнением. Осадков в год в среднем выпадает 520 мм, большая часть которых приходится на теплое время года. Наибольшее количество осадков за сутки составляет 160 мм. Изучение геологического строения склоновых земель в Цивиль-Кубнинском подрайоне проводили на склонах водораздельного участка р. Турсирма (Божья речка) около д. Старые Высли Комсомольского района Чувашской Республики. Склоны расположены ассиметрично вдоль реки, северный склон крутой и высокий, южный склон – пологий. Склоны долины имеют террасу шириной до 110 метров и глубиной вреза до 9 метров, в основном задернованы, местами обрывисты и просматриваются обнажения четвертичных отложений, особенно на северном склоне. Четвертичные отложения представлены элювиально-делювиальными и аллювиальными образованиями. Элювиально-делювиальные отложения среднечетвертичного современного возраста слагают верхние части склонов и представлены однородной толщей коричневых, серовато-коричневых суглинков и глин. Консистенция изменяется сверху вниз от тугопластичных до мягкопластичных. Коэффициент фильтрации находится в пределах 0,5 м в сутки.

Аллювиальные отложения, слагающие надпойменную террасу, имеют верхнечетвертичный современный возраст, сложены они глинами серыми, илистыми с примесью растительных остатков, с тонкими невыдержанными прослойками глинистого песка (в пределах крутого склона в толще глины встречаются древесные остатки). Консистенция сверху вниз постепенно меняется от тугопластичной до текучепластичной. Коэффициент фильтрации их в массиве составляет 2–3 м в сутки. Современные аллювиальные отложения в пойменной части сложены илами глинистыми, серыми глинами в верхней части – с прослойками песка. По долинам рек Кубня и Хома выходят небольшими участками на поверхность осадки пермского возраста: красноватые песчаники, известняки, мергели и доломиты. На остальной территории эти отложения перекрываются юрскими серыми глинами с прослоями песков, мергелей, горючего сланца с пиритом, гипсом, фосфоритом. Аналогичные осадки встречаются на всём протяжении по долине р. Киря. У поверхности имеются меловые отложения из песка, чёрных и серых глин с фосфоритом и пиритом. Коренные породы перекрыты сверху толщей четвертичных отложений из песков, супесей, суглинков. Территория подрайона представляет собой возвышенное водораздельное слабохолмистое плато с небольшими перепадами высот. Максимальная отметка высотой 210 м находится в северо-западной части Ибресинского района. На большей части территории эрозионные процессы проявляются слабо, за исключением северо-восточного района. С целью установления геологических особенностей исследуемой территории нами были описаны склоновые обнажения в долине безымянного ручья в 2,5 км к северо-востоку от д. Новое Чурашево Ибресинского района. Долина ручья относительно симметричная, юго-западный склон с уклоном 15–35°, вся территория склона задернована, северо-восточный склон местами обрывистый, в отдельных местах активизируются оползневые процессы. Обнажения склонов представлены глинами, песками, щебенкой, известняками и песчаниками мощностью от 0,6 до 1,0 м. Анализ физико-механических свойств грунтов в

ландшафтном районе показывает, что грунты в основном представлены глинами и суглинками (Таблица 4.5).

Таблица 4.5 – Результаты анализа физических свойств грунтов на склоновых землях Цивиль-Кубнинского подрайона

Статистические показатели	Природная влажность, %	Предел текучести	Предел раскатывания	Число пластичности	Показатель косистенции	Коэффициент пористости	Степень влажности
1	2	3	4	5	6	7	8
min	21	0,26	0,12	0,11	-0,02	0,698	0,590
max	71	0,74	0,32	0,42	1,17	1,98	0,98
M– средняя арифметическая	29	0,45	0,20	0,24	0,32	0,95	0,88
δ– среднее квадратичное отклонение	0,078	0,094	0,051	0,067	0,27	0,23	0,078
mδ –ошибка среднего квадратичного отклонения	0,006	0,009	0,003	0,007	0,029	0,019	0,009
CV–коэфф. Вариации, %	0,268	0,208	0,255	0,279	0,843	0,242	0,088
D–дисперсия	0,006	0,008	0,0026	0,0045	0,072	0,052	0,006
Доверительный интервал – 95 %	0,28	0,428	0,198	0,223	0,311	0,904	0,838
Доверительный интервал +95%	0,326	0,485	0,228	0,264	0,473	1,041	0,885

Литологический разрез склона на глубину 5 м представлен следующими слоями:

1. Почвенно-растительный слой – 0,3–0,6 м;
2. Суглинок темно-коричневый, коричневый, серовато-коричневый – 0,5–4,7 м;
3. Песок коричневый, среднезернистый, средней плотности – 0,2 м;
4. Глина светло-серая, серая, пылеватая, тугопластичная – 1,3–4,2 м.

При исследовании морфологических особенностей почвы в ложбине сухого оврага уровень грунтовых вод обнаружен на глубине 0,4 метра, что свидетельствует о разгрузке грунтовых вод по дну ложбины.

4.2.5 Кубня-Булинский подрайон

Кубня –Булинский подрайон представляет собой слабохолмистую равнину с незначительными перепадами высот. Расположение подрайона в пределах восточной части Восточно-Европейской платформы определяет его геологическое строение. Характерной особенностью является то, что под мощной толщей осадков четвертичного периода кайнозойской эры, состоящих из песков, суглинков и глин, залегают древние отложения юрского и мелового возрастов мезозойской эры. Юрские отложения, сформированные более позднее время, представлены серыми глинами с прослоями песков, горючего сланца – с пиритом, фосфоритом. Они залегают широкой полосой на всём протяжении с востока на запад по р. Була. На остальной территории юра скрыта под более молодыми образованиями мелового периода и состоит из песков, чёрных и серых глин с фосфоритом и пиритом. Рельеф на территории подрайона сформирован под влиянием ряда водоразделов между малыми реками. Под влиянием древней эрозии сформированы долины, суходолы и ложбины, склоны современных оврагов, в основном не покрытые лесной растительностью. Агроэкологические факторы почвообразования создает разнообразие почв: песчаные почвы на западе района (меньшая часть) различной оподзоленности до разновидностей серых лесных и чернозёмных, охватывающих большую часть территории на востоке, которые отличаются высоким естественным плодородием. На территории подрайона встречаются супесчаные, средне- и легкосуглинистые серые лесные почвы. На разных участках склоновых земель в основном встречаются дерново-подзолистые, болотно-подзолистые, серые лесные глеевые, аллювиальные дерновые кислые почвы. В основном они по механическому составу связнопесчаные, легкосуглинистые, рыхлопесчаные, супесчаные почвы. Преобладающая высота над уровнем моря в пределах 120–170 м. Умеренно-континентальный климат района характеризуется с морозной зимой и тёплым, иногда жарким летом (Рисунок 4.10). Среднегодовая

температура воздуха положительная ($+3,1^{\circ}\text{C}$), при этом средняя температура воздуха в холодный период составляет $-13,2^{\circ}\text{C}$, в теплый период $+19^{\circ}\text{C}$. Абсолютный минимум и максимум зафиксированы на отметках соответственно -45°C и $+38^{\circ}\text{C}$. Период со среднесуточной температурой воздуха выше 10°C составляет больше четырех месяцев. В среднем за год выпадает 479 мм осадков, но в отдельные годы и сезоны периоды с достаточным или даже с избыточным увлажнением нередко сменяются длительными бездождевыми периодами. Территория подрайона вытянута с запада на восток и вносит некоторые различия в обеспечение теплом и влагой: восточная часть района получает меньше влаги, но больше тепла, – а западная наоборот.

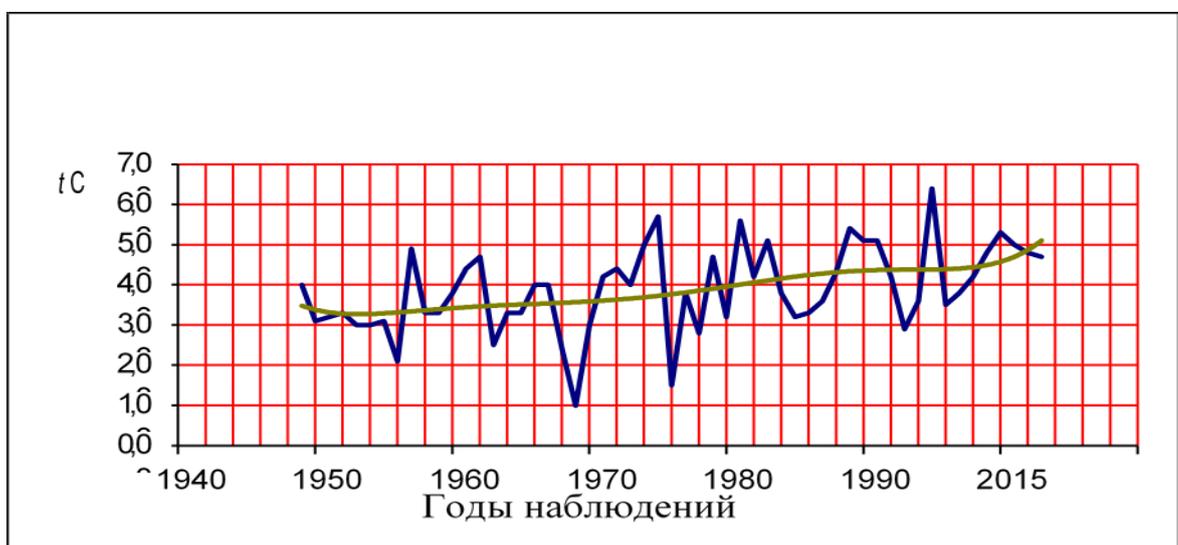


Рисунок 4.10 – График хода и линейный тренд среднегодовой температуры воздуха ($^{\circ}\text{C}$) Кубня-Булинского подрайона

По неудобьям можно встретить характерный для степи травяной покров – сухолюбивые узколиственные злаки: ковыль, типчак, тонконог. Для изучения геологической структуры склоновых обнажений была выбрана площадка в юго-западной части с. Шемурша Чувашской Республики на склоне долины реки Карлы. По результатам описания склона высотой 6,5 метра были установлены следующие почвенно-грунтовые слои:

1. Почвенно-растительный слой мощностью 0,6–0,8 метров представлен суглинистой почвой.

2. Глина четвертичная, элювиально-делювиальная, желто–коричневая.
3. Глина нижнемеловая, темно-серая, зеленоватая, тяжелая, полутвердая. Вскрытая мощность 5,5 м.

На основании результатов лабораторных исследований и анализа материалов по другим обнажениям определены средние показатели механических свойств грунтов (Таблица 4.6). Грунты склонов в основном представлены глинами и суглинками.

Таблица 4.6 – Характеристика физических свойств грунтов на склоновых землях Кубня-Булинского подрайона

Статистические показатели	Природная влажность	Предел текучести	Предел раскатывания	Число пластичности	Показатель косистенции	Коэффициент пористости	Степень влажности
1	2	3	4	5	6	7	8
min	09,0	0,190	0,120	0,060	0,140	0,568	0,340
max	65,1	0,800	0,400	0,400	0,850	1,957	0,940
M– средняя арифметическая	024,8	0,360	0,180	0,200	0,450	0,846	0,860
δ– среднее квадратичное отклонение	0,090	0,119	0,048	0,077	0,189	0,244	0,136
mδ –ошибка среднего квадратичного отклонения	0,014	0,019	0,0078	0,012	0,031231	0,040	0,022
CV–коэфф. Вариации, %	36,69	33,28	26,68	38,92	42,22	28,87	15,87
D–дисперсия	0,008	0,014	0,002	0,006	0,0360	0,059	0,0186
Доверительный интервал – 95 %	0,233	0,333	0,163	0,168	0,364	0,795	0,765
Доверительный интервал +95%	0,293	0,413	0,195	0,220	0,534	0,958	0,856

На склоновых землях встречаются лессовидные грунты. Такие грунты обычно просадочные, то есть при намокании данные грунты оседают или дают просадку. Иловые грунты формируются на дне склонов в результате образования микрозапруд после оползней и обвалов. При этом влажность ила превышает влажность на границе текучести. По показателю текучести грунты разделили на супеси пластичные и текучие, твердые и полутвердые, тугопластичные, мягкопластичные и текучие суглинки и глины. В районе

исследований основными типами являются дерново-подзолистые почвы. В результате исследования геоморфологической структуры грунтов по почвенно-климатическим районам лесостепи Приволжской возвышенности установлено, что физические свойства грунтов по подрайонам отличаются незначительно. Влажность грунтов колеблется в пределах от 9 до 65 %. Значительный разброс показателя влажности грунтов на склонах связан с особенностями водонасыщенности (Таблица 4.7).

Таблица 4.7 – Сравнительные показатели физических свойств грунтов на склоновых землях лесостепи Приволжской возвышенности по типичным подрайонам

Статистические показатели	Природная влажность	Предел текучести	Предел раскатывания	Число пластичности	Показатель консистенции	Коэффициент пористости	Степень влажности
1	2	3	4	5	6	7	8
Приволжский подрайон							
min	14,6	0,250	0,140	0,070	0,010	0,587	0,590
max	32,2	0,680	0,280	0,430	0,870	1,037	0,980
М- средняя арифметическая	24,2	0,350	0,170	0,180	0,340	0,742	0,860
Присурский подрайон							
min	7,9	0,170	0,110	0,070	-0,100	0,498	0,680
max	40,8	0,630	0,260	0,390	0,940	1,291	1,040
М- средняя арифметическая	25,4	0,340	0,160	0,180	0,440	0,768	0,850
Центральный подрайон							
min	17,7	0,26	0,12	0,07	0,07	0,561	0,480
max	60,2	0,88	0,41	1,2	1,2	1,894	0,970
М- средняя арифметическая	26,4	0,42	0,19	0,22	0,285	0,871	0,860
Цивиль-Кубнинский подрайон							
min	21,0	0,26	0,12	0,11	-0,02	0,698	0,590
max	71,0	0,74	0,32	0,42	1,17	1,98	0,98
М- средняя арифметическая	29,0	0,45	0,20	0,24	0,32	0,95	0,88
Кубня Булинский подрайон							
min	9,0	0,190	0,120	0,060	0,140	0,568	0,340
max	65,1	0,800	0,400	0,400	0,850	1,957	0,940
М- средняя арифметическая	24,8	0,360	0,180	0,200	0,450	0,846	0,860

Сравнительный анализ физических свойств грунтов на склонах лесостепи Приволжской возвышенности показал, что максимальное значение природной влажности грунтов наблюдается в Цивиль-Кубнинском подрайоне, местами достигает 71 %. Кубня-Булинский и Приволжский почвенно-климатические

подрайоны характеризуются наиболее умеренными значениями природной влажности грунтов. Природная влажность грунтов Присурского и Центрального почвенно-климатических подрайонов – 25,4 и 26,4 % соответственно. Значение природной влажности коррелируется значениями коэффициента пористости грунтов.

4.3 Особенности строения почвенных профилей склоновых земель

Характерной особенностью лесостепи Приволжской возвышенности является преобладание серых лесных почв. Литологической основой серых лесных почв являются глины, что определяет их разновидность: от светло–серых до тёмно–серых. В Приволжском и Присурском подрайонах господствуют серые лесные почвы, а темно-серые лесные почвы-в Центральном подрайоне-междуречье Большого и Малого Цивилия. На красноокрашенных глинах и мергелях верхней перми в восточной части Приволжского подрайона, значительное распространение получили тёмно-серые, местами коричнево-серые лесные почвы. Распространение разновидностей серых лесных почв зависит от рельефа местности. В нижних частях склонов преимущественно распространены темно-серые лесные почвы. Серые лесные почвы, встречаются на всех элементах водораздела, но больше тяготеют к присклоновым территориям и водораздельным плато. На водораздельных плато встречаются в основном светло-серые лесные почвы. В Цивиль-Кубнинском и Кубня –Булинском подрайонах некоторое распространение имеют слабоподзолистые почвы. В долинах рек Большого и Малого Цивилия, Кубни, Свяги и других рек развились аллювиальные (пойменные) почвы.

С целью изучения структуры почвенного профиля на разных уровнях и экспозициях склоновых участков были исследованы профили почвы на солнечных и теневых участках склонов в Центральном районе, в Аликовском районе около д. Анаткасы на склоне оврага ($56^{\circ} 44^1$ СШ и $48^{\circ} 58^1$ ВД) [228, 229]

Сравнение структуры почвенного разреза светло-серых лесных почв участков склона солнечных экспозиций в Центральном подрайоне показывает отсутствие четких границ между почвенными горизонтами и наличие признаков оподзоленности (Рисунок 4.11).

A ₀		0–4 см	Неразложившаяся, полуразложившаяся плотная подстилка из остатков травы (преобладают злаковые), цвет коричневатого-серый, биоморфа – муравьи.
A ₁		4–16см	Свежий, светло-серого цвета с коричневатым оттенком, комковатый, свежий, легкосуглинистый, 60 процентов – корни растений. многочисленные поры, новообразований нет, граница языковатая.
A ₁ B ₀		16–22см	Свежий, коричневый с наплывами аллювиального смыва, пылеватый, супесчаный, незначительные поры, переход постепенный.
B ₁		22–41 см	Свежий, кофейного цвета, легкий суглинок, комковатый, единичные корни, поры незначительные и мелкие, переход постепенный.
B ₂		41– 59 см	Свежий, слой песчаника, очень плотный, темно-серый, в верхней части глыбы включения – грязная, темно-коричневая супесь, переход постепенный.
B ₃		59–150см.	Влажноватый песок, пылеватый, содержанием кварцита, плотноватое сложение с подтеками темно-коричневого и грязного цвета на фоне серого песчаника от 5 до 10 см.
C		150–200 см	Темно-желтый, тяжелый суглинок, глыбистый, свежий, признаки аллювиального смыва

Рисунок 4.11 – Почвенной профиль срединного участка склона солнечной экспозиции в Центральном подрайоне

Ниже приводится характеристика светло-серых лесных почв контрольного профиля. Профиль заложен в Центральном подрайоне на землях сельскохозяйственного назначения – многолетние травы (Рисунок 4.12). В отличие от контрольного участка в срединной части склона наблюдается накопление элювия: горизонт A₁ в пределах от 5 см до 12 см.

A ₀		0–3 см	Неразложившаяся, полуразложившаяся плотная подстилка из остатков травы (преобладает разнотравье), цвет серый, переход заметный
A ₁		3–8 см	Свежий светло-серый, комковатый, легкосуглинистый, многочисленные корни растений, поры, новообразований нет, граница ровная, переход к следующему горизонту заметный
A ₁ A ₂		8–24 см	Свежий, кирпичевато-серый, легкосуглинистый, комковатый, плотный, кремнеземистая присыпка, переход постепенный
A ₂ B ₁		24–38 см	Свежий, серовато-желтый, средний суглинок, комковатый, единичные корни, поры незначительные и мелкие, переход постепенный
B ₂		38–63 см	Свежий, палевый с кремнеземистой присыпкой, суглинистый, плотный, переход постепенный, поры мелкие немногочисленные
C		63–150 см	Темно-желтый, тяжелый суглинок, глыбистый, свежий, признаки аллювиального смыва

Рисунок 4.12 – Почвенный профиль контрольного участка на сельскохозяйственных землях в Центральном подрайоне

Почвенный разрез в низовом типе местопроизрастания показал, что в нижней части склона формируются делювиальные почвы на тяжелых суглинках и глинах (Рисунок 4.13).

A ₀		0–1 см	Неразложившаяся, полуразложившаяся плотная подстилка из остатков травы (преобладает разнотравье), цвет серый, переход заметный
A ₁		1–3 см	Влажноватый, светло-коричневый, местами бурый, комковатый, глеевые образования, включения – корни и стебли растений, легкосуглинистый, переход постепенный, многочисленные мелкие поры, прослойки песка
B ₁		3–18 см	Свежий, желтого цвета с бурым оттенком, с наплывами делювиального смыва легкий суглинок, незначительные поры
B ₁ B ₂		18–32 см	Свежий, желтого цвета песок комковатый, единичные корни, поры незначительные и мелкие, переход постепенный, включения песчаника
B ₂		32–67 см	Влажноватый слой песка, очень плотный, темно-серый, в верхней части глыбы, включения – грязная, темно-коричневая супесь
BC		67–120 см	Влажноватая красная глина с переходом на белую, плотноватое сложение, с подтеками темно-коричневого и грязного цвета, местами кварцит в виде гальки
C		120–200 см	Темно-желтый, тяжелый суглинок, глыбистый, свежий, признаки аллювиального смыва

Рисунок 4.13 – Почвенный профиль срединного участка склона солнечной экспозиции в Центральном подрайоне

Результаты изучения почвенно-грунтовых условий на пробных площадях склонов тeneвых экспозиции показали, что серые лесные почвы в присклоновом ТУМ очень бедные (Рисунок 4.14).

A ₀		0–2 см	Почвенно-растительный слой, представлен слаборазложившимися остатками травы, корней однолетних растений
B ₁		2–45 см	Темно-коричневого, местами бурого цвета супесь, корней мало, поры крупные, пылеватый, переход постепенный, граница размытая, плотноватое сложение
B ₂		45–120 см	Светло-коричневого цвета супесь с элювиальными новообразованиями, плотноватое сложение, единичные корни, переход ясный, граница карманистая
C		120–190 см	Глина красная, с прожилками белой глины, плотная, свежая, пылеватая

Рисунок 4.14 – Почвенный профиль в присклоновом ТУМ склона тeneвой экспозиции в Присурском подрайоне

Сравнительная характеристика почвенно-грунтовых условий склоновых земель разного района и разной экспозиции позволяет оценить наиболее благоприятные условия местопроизрастания для создания защитных лесных насаждений [237]. Для сравнительного изучения экологических условий были заложены почвенные профили на склоне солнечной экспозиции в Приволжском подрайоне (Рисунок 4.15).

По результатам почвенного описания можно сделать вывод, что присклоновый ТУМ представлен серыми лесными среднесуглинистыми карбонатными почвами на элювиальных пермских глинах.

Срединный тип условия местопроизрастания на склоне представлен травянистой растительностью, древостой отсутствует (Рисунок 4.16). В напочвенном покрове злаковые, медуница, земляника лесная. Почвенный разрез характеризуется следующими горизонтами:

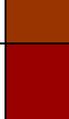
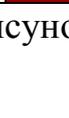
A ₀		0–2 см	Свежий опад хвои, без признаков разложения, второй слой – полуразложившаяся хвоя сосны обыкновенной, сухая, коричневатого цвета
A ₁ A ₂		2–18 см	Свежий гумусово-элювиальный слой, светло-серого цвета, с белесоватыми образованиями, структура – пылевато-комковатая, новообразования SiO ₂ , мелкие незначительные корни
A ₂ B		18–50 см	Свежий средний суглинок буровато-коричневого цвета, структура мелкокомковатая
B ₁		50–65 см	Свежий средний, с переходом в тяжелый суглинок, структура ореховатая, коричневого цвета
BC		65–150 см	Свежий коричневатого-бурого цвета, структура среднекомковатая, элювиальные карбонатные пермские породы, свежий тяжелый суглинок, новообразования CaCO ₃ , вскипает при добавлении HCl
C		150–200 см	Свежий коричневого цвета, тяжелый суглинок, структура среднекомковатая

Рисунок 4.15 – Почвенный профиль в присклоновом ТУМ склона солнечной экспозиции в Приволжском подрайоне

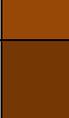
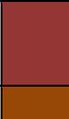
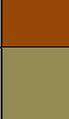
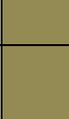
A ₀		0–5 см	Представлен двухслойной подстилкой, верхний слой состоит из неразложившихся остатков растений, второй слой представлен полуразложившимися остатками травянистой растительности, структура пылеватая, коричневого цвета
A ₁		5–30 см	Свежий средний суглинок коричневатого-серого цвета, структура зернистая, биоморфы, новообразования-гуматы, следы корней
AB		30–70 см	Свежий средний суглинок коричневатого-бурого цвета, структура мелкокомковатая, мелкие корни с микоризой
B ₁		50–65 см	Свежий средний суглинок, слоями тяжелый суглинок, структура ореховатая, коричневого цвета
BC		70–85 см	Свежий коричневого цвета, с зеленовато-серыми включениями элювиальные отложения пермской глины, тяжелый суглинок, структура среднекомковатая
C		86–150 см	Свежий коричневого цвета тяжелый суглинок, структура среднекомковатая

Рисунок 4.16 – Профиль почвы – срединный ТУМ на склонах теневой экспозиции в Приволжском подрайоне

По данному описанию можно предположить о типе почвы – серые лесные тяжелосуглинистые карбонатные почвы на элювиальных пермских глинах. Почвенный разрез низового ТУМ характеризуется следующими горизонтами (Рисунок 4.17). По данному описанию можно говорить о типе почвы – серые лесные тяжелосуглинистые карбонатные почвы на элювиальных пермских

глинах. Склон сформирован в результате овражной эрозии, долина заросла, что говорит о приостановлении эрозионных процессов.

Козловский участок расположен на восточной окраине г. Козловка, высота над уровнем моря 140–160 м, местами достигает до 201 м. (координаты 55° 50' СШ и 48° 17' ВД). Пробная площадь расположена на склоне теневой экспозиции.

A ₁		0–18 см	Свежий гумусовый слой коричнево-серого цвета, структура зернистая, густопереплетна мелкими корнями, заметный переход к следующему горизонту
A ₂ B		18–43 см	Суховатая, тяжелосуглинистая, мелкокомковатая светлокоричневого цвета, имеются мелкие корни, резкий и заметный переход к следующему горизонту
BC		43–83 см	Свежая, тяжелосуглинистая, мелкокомковатая, темнокоричневого цвета, поры от мелкого до средних размеров
C		83–140 см	Свежая, тяжелосуглинистая, темнокоричневого цвета

Рисунок 4.17 – Профиль почвы – низовой ТУМ на склонах теневой экспозиции в Приволжском подрайоне

В присклоновом ТУМ склона соданы противэрозионные лесные насаждения из дуба черешчатого. Протяженность склона 430 м, уклон 35°. Почвенный разрез представлен следующими горизонтами (Рисунок 4.18).

A ₀		0–1 см	Неразложившаяся, полуразложившаяся плотная подстилка из остатков травы (преобладает разнотравье), цвет серый, переход заметный
A ₁		1–3 см	Влажноватый, светло-коричневый, местами бурый, комковатый, влажноватый, глеевые образования, включения – корни и стебли растений, легкосуглинистый, переход постепенный, многочисленные мелкие поры, прослойки песка
B ₁		3–18 см	Свежий, желтого цвета с бурым оттенком, с наплывами аллювиального смыва легкий суглинок, незначительные поры
B ₁ B ₂		18–32 см,	Свежий, желтого цвета песок комковатый, единичные корни, поры незначительные и мелкие, переход постепенный, включения песчаника
B ₂		32– 67 см	Влажноватый слой песка, очень плотный, темно-серый, в верхней части глыбы включения – грязная, темно-коричневая супесь
BC		67–120 см	Влажноватая красная глина с переходом на белую, плотноватое сложение, с подтеками темно-коричневого и грязного цвета, местами кварцит в виде гальки
C		120–150 см	Влажноватая красная глина с переходом на белую, плотноватое сложение

Рисунок 4.18 – Профиль почвы – присклоновый ТУМ на склонах теневой экспозиции в Приволжском подрайоне

В основном пологом произрастают дуб черешчатый, вяз шершавый, липа мелколистная. В подросте – липа мелколистная, вяз шершавый, клен остролистный. Напочвенный покров – ассоциации сныти, копытня, звездчатки, купены, щитовника, подмаренника, медуницы.

С целью исследования характера формирования почвы на склонах под влиянием защитных лесных насаждений был выполнен разрез в срединном и низовом ТУМ (Рисунок 4.19). Доля дуба черешчатого в нижней части склона значительно ниже по сравнению с верхней.

A ₀		0–3см	Полуразложившаяся плотная лесная подстилка из остатков травы листьев дуба, вяза, липы, клена, с семенами липы
A ₁		3–22 см	Свежий, серый, зернисто-ореховатый, среднесуглинистый капролиты в корнеобитаемой толще, средние и мелкие корни до 20 процентов, с мицелиями грибов
A ₂ B		22–37см	Влажный, коричневато-серый суглинок, структура ореховато-мелкозернистая, много мелких корней, переход постепенный
B ₁		37–55 см	Свежий, буровато-коричневый, мелко-призматический суглинок, гумусовые подтеки, корни мелкие, присутствуют капролиты
B ₂		55–80 см	Влажная глина, палево-коричневая, призматическая структура, плотный, имеются мелкие корни, переход постепенный
B ₃ C		80–110 см	Влажный средний суглинок, палевый, мелкие корни немногочисленные, следы карбонатов, сложение плотное
C		110–150 см	Влажный средний суглинок, сложение плотное

Рисунок 4.19 – Профиль почвы – срединный ТУМ на склонах теневой экспозиции в Приволжском подрайоне

Состав древостоя 3Д2Л3Кл2Вз. Напочвенный покров – ассоциации сныти, копытня, звездчатки, купены, щитовника, подмаренника, медуницы. Почва серая лесная, среднесуглинистая на карбонатных делювиальных глинистых отложениях. Строение профиля в низинном ТУМ склона в морфологическом отношении можно охарактеризовать почвенным профилем, заложенным в координатах 55°50¹ СШ и 48°17¹ ВД (Рисунок 4.20). На основе изучения почвенного профиля можно сделать вывод, что мощность горизонта А в зависимости от высотного положения склона меняется от 3 до 37 см, а горизонт В начинается с глубины 3 см, в средней и долиненной части с глубины 36 см, что

подтверждает неоднородность почвенной структуры на разных высотных отметках склона.

Мариинско-Посадский участок характеризуется холмистой поверхностью, сильно расчленённой долинами реки Большой Цивиль и ее притоками, а также овражной сетью. Овраги имеют глубину вреза до 35–50 м, протяжённость – до 4 км.

A ₀		0–5 см	Полуразложившаяся плотная подстилка из остатков травы (преобладает разнотравье), листьев клена, вяза, цвет серый, переход заметный
A ₁		5–28 см	Влажноватый, светло-коричневый, местами бурый, комковатый, наплывы аллювиального смыва легкий суглинок с включениями – корни и стебли растений, переход постепенный, многочисленные мелкие поры, прослойки песка
B ₁		28–41 см	Свежий, коричневый с бурым оттенком, с наплывами аллювиального смыва средний суглинок, комковатый, плотный, незначительные поры, переход заметный
B ₁ B ₂		41–62 см	Свежий, коричневый средний суглинок с прослойками супесчаной почвы, рыхлый, единичные корни, поры незначительные и мелкие, переход постепенный
B ₂		62–87 см	Влажноватый темно-коричневый, тяжелосуглинистый, очень плотный, в верхней части включения – грязная, темно-коричневая супесь
BC		87–125 см	Влажноватая красная глина с переходом на белую, плотноватое сложение, с подтеками темно-коричневого и грязного цвета, местами включения кварцита
C		125–180 см	Влажноватая красная глина с переходом на белую, плотноватое сложение

Рисунок 4.20 – Профиль почвы – низовой ТУМ на склонах теневой экспозиции в Приволжском подрайоне

Пробные площади были заложены на солнечном склоне около д. Кочино, высота над уровнем моря 136 м, (координаты 56°02' СШ и 47°36' ВД). Рельеф сложный, состоит из двух террас, протяжённость первой террасы 267,6 м, высота над уровнем моря в долинной части – 86 м, в присклоновом ТУМ первой террасы – 113 м. Протяжённость склона второй террасы – 129,6 м, рельеф по высоте – 136 м. Геологическое строение изучали по береговым обнажениям. Литологический состав представлен глиной, суглинками и известняками: почва

– 0,15–0,2 м; суглинок – 1,2–1,4 м; глина коричневая – 0,3–0,4 м; глина кофейная, комковатая – 0,2–0,3 м; глина слоистая коричневая – 0,3–0,4 м; глина кирпичная, красная – 0,5–0,6 м; известняки белые – 0,4–0,6 м,

При изучении особенностей профиля почвы склона солнечной экспозиции низового ТУМ выявлены следующие горизонты (Рисунок 4.21):

A ₀		0–1,5 см	Дернина плотная, остатки полуразложившихся, неразложившихся трав, почва сухая, пылеватая, без включений, светло-коричневая, супесчаная
A ₁		1,5–6 см	Структура почвы комковатая, цвет коричневый, обильная корневая система, без включений, пылеватая, супесчаная
B ₀		6–64 см	Структура пылевато-комковатая, обилие мелких корней, светло-коричневая, свежая, мелко-трещиноватая, поры небольшие, одиночные
B ₁		64–105 см	Структура комковатая, свежая, мелко-трещиноватая, поры небольшие, одиночные, незначительное количество мелких корней, сложение плотное, переход языковатый, новообразования отсутствуют, цвет – коричневый, средний суглинок
B ₂		105–150 см	Структура пылеватая, влажная, цвет светло-коричневый, сложение плотное, в верхней части включения – подтеки, поры мелкие, одиночные, средний суглинок
C		150–200 см	Влажноватая, желто-бурый с переходом на красную тяжелый суглинок, плотное сложение, с подтеками темно-коричневого и грязного цвета, местами с подзолом

Рисунок 4.21 – Профиль почвы – низовой ТУМ на склонах солнечной экспозиции в Центральном подрайоне

Серые, иногда темно-серые лесные почвы характерны для микрзон в подножной части склона. Присклоновый и срединный ТУМ характеризуются тем, что они отличаются неоднородностью механического состава по профилю: встречаются супеси, с глубиной чередуются суглинки и супеси. Светло-серые, серые и темно-серые лесные почвы характеризуются близким механическим составом и одинаковым распределением основных гранулометрических фракций в почвенном профиле [41, 46, 53]. Ниже приводим описание почвенного профиля присклонового ТУМ склона. Распределение илистой фракции по профилю почвы является хорошим показателем наличия процессов образования

вторичных глинистых минералов, то есть, оглинения почвы (Рисунок 4.22). В горизонтах оглинения увеличивается содержание илистых частиц по сравнению с их содержанием в почвообразующей породе, что дает основание для выделения метаморфических горизонтов в почвенном профиле.

A ₀		0–2 см	Остатки полуразложившейся травы, почва сухая, пылеватая, без включений, светло-коричневая, супесчаная
A ₁		2–5 см	Структура почвы пылеватая, цвет коричневый, обильная корневая система, без включений, сложение плотное, супесчаная
A ₁ A ₂		5–11 см	Структура пылеватая, мелкие корни, светло-коричневая, сухая, выраженный переход
B ₁		11–52 см	Структура плиточно-ореховатая, сухая, тонкопористый, плотный, затеки гумуса по трещинам корней, поры небольшие, одиночные, незначительное количество мелких корней, переход волнистый, новообразования отсутствуют, цвет – коричневый, при намачивании темнеет до темно-бурого, средний суглинок
B ₂		52–95 см	Иллювиальный горизонт с признаками оглеения, бурый или желтовато-бурый, структура комковатая, свежая, сложение плотное, в верхней части затеки гумуса, поры мелкие, одиночные, супесь
BC		95–130 см	Переходный горизонт, свежая, желто-бурый с признаками оглеения около корней, структура комковато-призматическая, тонкопористый, средний суглинок, мощность горизонта 35–40 см
C		130 и ниже	Песок с крупными глыбами песчаника

Рисунок 4.22 – Профиль почвы – низовой ТУМ на склонах солнечной экспозиции в Цивиль-Кубнинском подрайоне

С целью изучения эрозионно-аккумулятивного процесса и характера изменения структуры почвы нами был заложен продольный профиль в Мариинско-Посадском районе Чувашской Республики с координатами 56°06' СШ и 47°42' ВД на склонах теневой и солнечной экспозиций. Склоновые земли лишены древесной растительности, травяной покров представлен разнотравьем и характеризуется неравномерным проективным покрытием. Склон теневой экспозиции более пологий, перепад высот составляет 9 м, протяженность 74,4 м, уклон 32°.

Разное соотношение характера поступления растительных и животных остатков в почву и процессов их преобразования, а также разная напряженность этих процессов приводят к тому, что характер горизонтов накопления органического вещества отличается большим разнообразием. В ходе изучения неоднородности сложения почвенных горизонтов установлено, что в нижней части склона суммарная толщина горизонта А составляет 52 см, в микропонижениях мощность горизонта составляет 32–38 см, а местами всего 15–17 см, что подтверждает процессы неоднородного выветривания склоновых земель. В результате смыва почвы с верхних горизонтов происходит накопление элювия в микротрещинах, понижениях и формирование «пестрой структуры» верхнего слоя почвы на склонах.

Склон солнечной экспозиции имеет протяженность 160 м. с двумя террасами: аккумулятивная и цокольная. Перепад высот составляет 20 м. Аккумулятивная часть склона пологая, протяженностью 6 метров, уклон 34° . В пределах аккумулятивной части мощность верхнего горизонта почвы составляет от 18 до 28 см, а на цокольной террасе мощность верхнего горизонта меняется от 12 до 52 см. В результате изучения мощности залегания верхних почвенных горизонтов можно установить эрозионно-аккумулятивные процессы и определить особенности микрорельефа склона по почвенному плодородию. В нижней части склона суммарная толщина горизонта А составляет в среднем 52 см, в микропонижениях – до 32–38 см, а местами всего 15–17 см, что подтверждает процессы неоднородного выветривания склоновых земель. В пределах аккумулятивной части мощность верхнего горизонта почвы в сумме составляет от 18 до 28 см, постепенно переходит в цокольную террасу, где мощность горизонта начинает варьировать от 12–17 см до 52 см. В результате изучения мощности залегания верхних почвенных горизонтов можно установить зоны накопления элювия. Сравнительная характеристика почвенно-грунтовых условий склоновых земель разного района и разной экспозиции позволила

выделить контуры склонов по агроэкологическим условиям, что важно при создании защитных лесных насаждений.

В структурной почве создаются оптимальные условия водного, воздушного и теплового режимов, что в свою очередь определяет развитие микробиологической деятельности почвенных организмов, мобилизацию и доступность питательных веществ для растений. Для сравнительного анализа особенностей почвенного профиля в присклоновом и срединном ТУМ склона почвенный разрез был изучен на разных участках склона в Центральном почвенно-климатическом подрайоне (Рисунок 4.23). Территория представлена многолетними травами. Крутизна 42°, склон однородный, прямой, теневой экспозиции, протяженность 245 м. В присклоновой части ТУМ почва темно-серая лесная тяжелосуглинистая.

A ₀	0–13/13 см	Плотный дерновый слой, цвет темно-серый, увлажненный тяжелый суглинок, структура комковато-зернистая, многочисленные корни, переход заметный и ровный
A ₁	13–29/16 см	Влажноватый, темно-серый, местами черный, комковатый, наплывы аллювиального смыва тяжелый суглинок с включениями – корни и стебли растений, переход постепенный, многочисленные мелкие поры
A ₁ B	29–48/19 см	Свежий, коричневый с седоватым оттенком, с наплывами аллювиального смыва средний суглинок, трещиноватый, плотный, незначительные поры, переход заметный
B ₁	48–69/21 см	Свежий, бурый тяжелый суглинок с прослойками затеков гумуса, плотный, единичные корни, поры незначительные и мелкие, переход постепенный
B ₂	69– 92/23 см	Влажноватый, светло-бурый, тяжелосуглинистый, очень плотный, в верхней части грязные подтеки гумуса, переход постепенный
BC	92–125/33 см	Влажноватый, темно-бурый тяжелый суглинок с переходом в глину, плотноватое сложение, с подтеками темно-коричневого и грязного цвета, переход заметный

Рисунок 4.23– Профиль почвы – присклоновый ТУМ на склонах теневой экспозиции в Центральном подрайоне

Уровень грунтовых вод не обнаружен. Аккумулятивная зона почвенного профиля участка представлена горизонтами A_0 и A_1 – мощность составляет 29 см. В элювиальной зоне горизонт вымывания не представлен, что говорит об интенсивном процессе вымывания и перемещении почвенных частиц вниз по склону. Мощность иллювиальной зоны составляет 44 см и состоит из двух горизонтов. Границы переходов между зонами выражены слабо. Из описания профиля ясно прослеживается, что по отдельным горизонтам наблюдается оподзоленность.

В срединной зоне ТУМ характер почвенного профиля значительно меняется. В процессе переноса мелкой почвенной массы вниз по склону в зависимости от рельефа формируется определенный тип почвы (Рисунок 4.24).



Рисунок 4.24- Почвенные горизонты в средней части склона теневой экспозиции в Центральном подрайоне.

По почвенному разрезу установлено, что в средней части склона встречаются смытые темно-серые лесные тяжелосуглинистые почвы на лессовидных суглинках. Характерной особенностью почв в отличие от верхней

части склона является слабый гумусовый горизонт (мощность 6–10 см), комковатая, местами зернистая структура. Характерной особенностью горизонтов являются подтеки гумуса в трещинах почвы, что показывает наличие поверхностного смыва.

В низовом ТУМ почва характеризуется наличием мощного делювиального слоя. Почвенные горизонты по механическим признакам отличаются своей пористостью. Делювиальные почвы по механическому составу встречаются как крупнозернистые, так и мелкозернистые. Данная закономерность наблюдается и по почвенным горизонтам: в нижних слоях делювия залегают грубые, крупные осадки, а в верхних горизонтах – пылевидные, что объясняется снижением почвенных потоков по склону ввиду постепенного выполаживания склона. Ниже приводится характеристика почвенных горизонтов в условиях низового ТУМ в Присурском почвенно-климатическом подрайоне (Засурский склон теневой экспозиции в Ядринском районе Чувашской Республики), уклон 29° (Рисунок 4.25).

А _{дер}	0–24/24 см	Дерновый слой, увлажненный, цвет светло-серый, тяжелый суглинок, структура комковато-зернистая, многочисленные корни, неразложившиеся остатки рогоза, переход постепенный
А ₁	24–38/14 см	Влажноватый, темно-серый, комковатый, плотный, неразложившиеся остатки рогоза, корни многочисленные, тяжелосуглинистый, переход постепенный
А ₁ В ₁	38–60/22 см	Влажный, красновато-бурый тяжелый суглинок, комковатый, плотный, темные подтеки, немногочисленные корни, поры незначительные и мелкие, переход постепенный
В	60–80/20 см	Мокрый, обнаружены грунтовые воды, кофейный с седоватым оттенком, с наплывами аллювиального смыва тяжелый суглинок, трещиноватый, плотный, незначительные поры, переход заметный
С	80–140 см	Тяжелый суглинок, трещиноватый, плотный

Рисунок 4.25 – Профиль почвы – низовой ТУМ на склонах теневой экспозиции в Центральном подрайоне

В почвах, сформированных на местах оползней и обвалов, часто встречаются погребенные почвы. При этом можно увидеть деление

делювиальной толщии почвы на отдельные горизонты. Почвы отдельных горизонтов отличаются как по механическому составу, так и по морфологии отложений. По результатам изучения почвенного профиля можно констатировать, что в долинах крутых прямых склонов формируются делювиальные темно-серые тяжелосуглинистые почвы на покровных глинах.

С целью изучения генезиса склонов по морфологическим признакам в зависимости от пространственной экспозиции склона нами был заложен почвенный профиль на склоне солнечной экспозиции в том же районе. Уклон 43°, длина склона 184 м, склон выпуклый. Склон в нижней части покрыт сплошной плотной дерниной. В составе лугового фитоценоза встречаются ежа сборная, овсяница луговая, пырей ползучий, клевер красный, подмаренник настоящий, люцерна серповидная и другие виды многолетних трав. Растительность неоднородная, на выпуклых участках микрорельефа растительность почти отсутствует, местами очиток, тысячелистник, полынь горькая. Ниже приводится описание почвенного профиля в нижней части склона (Рисунок 4.26).

A _d		0–12/12 см	Дерновый слой свежий, цвет светло-серый, средний суглинок, структура комковато-зернистая, многочисленные корни, переход постепенный
A ₁		1232/20см,	Темно-серый, свежий, комковатый, легкосуглинистый, плотный; многочисленные корни, переход плавный; граница слоев волнистая
A ₁ B ₁		32–54/22 см	Свежий, красновато-бурый средний суглинок, комковатый, плотный, трещиноватый, темные затеки гумуса, единичные корни, поры незначительные и мелкие, переход постепенный
B		54–90/36 см	Свежий, темно-коричневый до кофейного с седоватым оттенком, с наплывами аллювиального смыва средний суглинок, трещиноватый, плотный, незначительные поры, переход заметный
C		91–140/39 см	Тяжелый суглинок, трещиноватый, плотный

Рисунок 4.26 – Профиль почвы – низовой ТУМ на склонах солнечной экспозиции в Центральном подрайоне

Морфология почвы, сформированной в срединном ТУМ склона, характеризуется следующими особенностями (Рисунок 4.27): нижние слои (условный горизонт С) – буровато-серовато-палевый, по структуре не измененный.

А ₀		0–5/ 5 см	Серая дернина, многочисленные корни
А ₁		5–16/11 см	Цвет серый, в некоторых местах темновато-серый, свежий, по структуре зернистая, местами комковатая, среднесуглинистая, близкая к легкосуглинистому, плотная, насыщенная корнями трав, постепенный переход горизонтов, граница волнистая
А ₁ А ₂		16–27/11 см	Серая, с бурым оттенком, свежая, комковато-зернистая со следами иллювия, плотная, среднесуглинистая, редко встречаются норы кротов, корни многочисленные, постепенный переход горизонтов со слабоволнистой границей, иногда языковатая
А ₂ В		27–36/9 см	Красноватая, ближе грязно кирпичного цвета, свежая, плотная, среднесуглинистая, местами тяжелосуглинистая, встречаются кротовины, корни немногочисленные, граница горизонтов ясно выраженная, волнистая
В ₁		36–51/15 см	По цвету красная, кирпичная с подтеками иллювия, свежая, комковатая, иногда ореховатая, почва среднесуглинистая, местами тяжелосуглинистая, плотная, встречаются мицелии плесневых грибов, вскипает, что показывает наличие карбонатов, поры от деятельности дождевых червей заполнены суглинком, имеются остатки корней деревьев, незначительное количество корней многолетних трав, четкая граница горизонтов, волнистая
В ₂		51–76/25 см	Темновато-бурая, свежая, ореховатая, местами комковатая, среднесуглинистая, близкая к тяжелосуглинистому, уплотнённая почва, заметные следы карбонатов, как и в горизонте В ₁ , погребенные корни деревьев, корни травянистых очень редкие, заметный, постепенный, волнистый переход горизонта
ВС		76–100 /24см	Следы погребенной почвы, от серого до бурого, свежая, комковатая, ореховатая, местами глыбы, тяжелосуглинистая почва, местами среднесуглинистая, плотная, карбонаты менее заметные, корешки трав не встречаются, кусочки погребенной древесины, переход постепенный, граница волнистая
С		100–160 /60 см	Буровато-серовато-палевый по структуре не измененный, тяжелосуглинистая, свежая

Рисунок 4.27 – Профиль почвы – срединный ТУМ на склонах солнечной экспозиции в Центральном подрайоне

Карбонатные породы встречаются в горизонтах А₁ и в горизонте В₁ на глубине 36–51 см (явно выраженные следы карбонатных пород). По описанию

почва склона серая, иногда темно-серая среднесуглинистая почва, на лессовидных суглинках (Рисунок 4.27).

Отличительной особенностью почвы является разделение гумусового горизонта на два слоя: более светлый горизонт A_1 характеризуется легким механическим составом, а горизонт A_2B темнее предыдущего горизонта, с признаками иллювия в гумусовом слое.

Выщелоченная почва карбонатов на глубине 36–51 см придает почве красноватый, кирпичный цвет на щелочном карбонатном слое.

По результатам изучения контрольного разреза почвы в луговом ценозе в верхней части склона, где не наблюдается влияние экзогенных процессов, определили, как чернозём выщелоченный. Суммарная мощность горизонтов A_1 , A_1A_2 и A_2B составляет 36 см. По результатам исследований можно констатировать, что процесс почвообразования протекает сложно. Явно выраженная трансформация почв объясняется в основном влиянием экзогенных процессов. Результаты трансформации больше выражены на выпуклых склонах по сравнению с вогнутыми и прямыми, что объясняется более легким механическим составом почвы. На пологих склонах почвы по механическому составу более тяжелые, чем на крутых склонах.

Особенности изменения почвенно-экологических условий с севера на юг исследованной территории изучали на склоновых землях Присурского подрайона (склоновые земли Порецкого и Алатырского районов Чувашии). Для изучения структуры почв и грунтов заложен пробный участок с координатами $55^{\circ}05^1$ СШ и $46^{\circ}24^1$ ВД. в районе деревни Сыреси Порецкого района Чувашской республики. Склон солнечной экспозиции, ровный, протяженность 128 м, отметки долины склона – 84 м над уровнем моря, наивысшая точка над уровнем моря – 148 м. Перепад высот составляет 64 м, уклон 30° . Склон залужен, заметны элементы антропогенного воздействия.

Сравнительное изучение почв на разных участках склона показывает, что дерновый слой (горизонты A_0), представленный органическими остатками

растений и животных, и нижний (горизонт A_1), состоящий из полуразложившихся органических и минеральных веществ, неоднородны по мощности (Рисунок 4.28). В нижней части склона горизонт A_0 достигает мощности до 24 см, тогда как присклоновой части склона мощность горизонта 3–5 см. Мощность аккумулятивной зоны меняется в зависимости от крутизны и направленности склона от 22 до 27 см. Особенностью почвенных горизонтов на крутых склонах является то, что элювиальная зона (A_2) и иллювиальная зона (В) не четко выражены. Элювиальный горизонт в нижней части склона отсутствует, в средней части при описании можно выделить только переходный горизонт.

A_0		0–3/3 см	Горизонт темно-серого цвета, сухой, рыхлый, структура кубовидная мелкозернистая, переход плавный
A_1		3–25 /22см	Гумусово-элювиальный горизонт, сухой, рыхлый, цвет серый,
			Структура крупно-ореховато-зернистая, встречаются белесые участки, переход плавный
A_1A_2		25–32/7 см	Свежий, плотный, серый со слабым побурением, с кремнеземистой присыпкой, встречаются вкрапления наносов минерализованной почвы, плотный, переход плавный
A_2B		32–42/10см	Свежий, с бурыми затеками, структура комковатая, на гранях проявляется кремнеземистая присыпка, плотный, переход постепенный
B_2		80–110/30 см	Горизонт иллювиальный, свежий, серо-бурый, с затеками гумуса, комковато-призматический, плотный, переход заметный, встречаются вкрапления песчаника
BC		110–120/10 см	Переходный горизонт к материнской породе, влажный, коричневато-бурый, комковато-призматический легкий суглинок, переход заметный
C		более 120 см	Материнская порода – лессовидный суглинок, горизонт влажный, желто-бурый, плотный, не вскипает

Рисунок 4.28 – Профиль почвы – срединный ТУМ на склонах солнечной экспозиции в Присурском подрайоне

На склоновых землях вдоль р. Сура в основном встречаются дерново-пойменные аллювиальные почвы и луговые чернозёмы. На крутых склонах встречаются почвы с нарушенными структурами в результате экзогенных процессов (оползней, обвалов). На склонах, приуроченных к правобережной части бассейна р. Сура, встречаются разновидности дерново-подзолистых и

песчаные почвы разной оподзоленности. Выщелаченные чернозёмы расположены в энтральных и северных частях западного левобережья реки Сура. В южной части западного левобережья - серые лесные, в поймах наиболее крупных рек – болотные почвы. Явно выраженная трансформация почв объясняется в основном влиянием экзогенных процессов.

Склоновые земли Цивиль-Кубнинского подрайона характеризуются высокой пестротой почвенного покрова в зависимости от экспозиции, крутизны и протяженности склона. Она характерна даже для небольших участков. Профиль почвы описывали на пробных площадях, характерных для данного района. Склон расположен в окрестностях д. Новые Высли Комсомольского района Чувашской республики (Рисунок 4.29).

A ₀ (A _д);		0–4 см	Лесная подстилка или дернина темно-серого цвета бесструктурный и распыленно-глыбистый, мощность горизонта A ₀ не превышает 4–6 см
A ₁		4–13 см	Гумусовый горизонт серый с белыми пятнами, ореховатой или зернисто-ореховатой структуры, с кремнеземистой присыпкой, многочисленные корни
A ₂		13–32 см	Белесо-серый, структура зернистая, ореховатая, свежая, многочисленные корни растений, плотный
A ₂ B		20–36 см	Элювиально-иллювиальный горизонт серовато-бурого цвета, структура ореховатая, кремнеземистые включения, подтеки солей, плотный, переход постепенный
B ₁		36–51 см	Цвет бурый с коричневатым оттенком, подтеки гумуса имеют темно-серый цвет, по структуре призматическая свежая, плотная
B ₂		51–66 см	Преимущественно красновато-бурый цвет, плотный комковато-призматическая структура с подтеками гумуса
B ₃		66–96 см	Цвет желтовато-бурый, с подтеками гумуса; плотный, структура комковатая, переход плохо выражен
C		99–110 см	Бурая, плотная, тяжелая делювиальная глина

Рисунок 4.29 – Профиль почвы – срединный ГУМ на склонах солнечной экспозиции в Цивиль-Кубнинском подрайоне

Наивысшая точка склона находится на отметке 159 м над уровнем моря, протяженность 135 м, в долине склона отметка колеблется в пределах 124–126 м над уровнем моря. Склон солнечной экспозиции, уклон 17°. Представленный

склон весьма своеобразный и характеризуется чрезвычайно быстрым сбросом влаги, что определяет контрастность водного режима этих земель. Влага задерживается только по трещинам и карманам, заполненным делювиальным материалом. Отличительной особенностью склона солнечной экспозиции данного района является довольно тяжелый механический состав почвы. Светло-серые и серые почвы сформированы при воздействии лесной растительности, а темно-серые – наоборот, под воздействием травянистой растительности. Светло-серые и серые лесные почвы в основном встречаются на склонах теневой экспозиции, где экологические условия формирования почвы способствуют развитию подзола.

В Кубня-Булинском подрайоне в основном встречаются дерново-подзолистые почвы, которые сформировались под влиянием подзолов и дернины в процессе почвообразования под хвойными и широколиственными лесами в Батыревском и Шемуршинском районах Чувашской Республики, Дрожжановском районе Республики Татарстан. Дерново-подзолистые почвы в зависимости от степени динамических процессов на склоне, связанных с переносом частиц почвы по склону, делятся на:

1. Слабосмытые. Слабосмытые почвы встречаются на задернованных склонах. Верхний слой почвы на глубине до 20 см серовато-бурого цвета.
2. Среднесмытые. Данный тип почв встречается на склонах с признаками эрозии без растительности или с малым проективным покрытием. Подзолистый горизонт незначительный. Иллювиальный горизонт представлен глыбистой структурой светло-бурого, бурого с оттенками сероватого цвета.
3. Сильносмытые. Горизонт иллювиальный незначительный, выглядят почвообразующие породы, структура глыбистая, цвет бурый или красновато-бурый.

Ниже приводим описание дерново-подзолистой почвы в защитных лесных насаждениях на территории Шемуршинского лесничества в районе села Карабай Шемурша Шемуршинского района Чувашской Республики. Склон солнечной

экспозиции с уклоном 32° , протяженность 78 м, древостой (по классификации П.С. Погребняка) – Д₂. Дубрава травяно-снытьевая. Древостой в два яруса, размещается куртинно. Под основным пологом встречается орешник, бузина красная, клен остролистный, липа мелколистная, полнота 0,6. Рельеф на территории района сформирован под влиянием ряда водоразделов между малыми реками. Почвенный разрез характеризуется следующими генетическими горизонтами (Рисунок 4.30). Разнообразие почв на склонах, от песчаных с разной степенью оподзоленности до разновидностей серых лесных и чернозёмов, охватывающих большую часть территории на востоке обусловлено рельефом, подстилающими породами и прочими экологическими факторами.

A ₀		1–2 см	Слой органической массы, светло-бурый, легко разламывается, растирается, обилие грибного мицелия в виде белых и желтых нитей; ниже слоем темно-бурого, комковатая структура, в сухом состоянии порошковидная; многочисленные корни растений, переход резкий
A ₁		2–30 см	Гумусовый горизонт серый с белыми пятнами или темно-серый, структура мелкокомковатая, непрочная, переход заметный
A ₂		30–62 см	Белесо-серый подзолистый горизонт, структура пластинчатая, свежая, многочисленные корни растений, плотный, содержит следы гидроокисей
A ₂ B		62–72 см	Переходный элювиально-иллювиальный горизонт серовато- бурого цвета, в результате чередования двух горизонтов имеет определенные затеки в виде язычков пламени. На песчаных и супесчаных почвах данный горизонт отсутствует
B		72–103 см	Цвет бурый с красноватым оттенком, подтеки гумуса имеют темно-серый цвет, по структуре ореховатая, иногда призматическая свежая, плотная, по трещинам и на поверхности структурных отдельностей имеются белесая присыпка и коричневые подтеки гумуса.
C		103 см – и ниже	Бурая, плотная делювиальная глина

Рисунок 4.30 – Профиль почвы – присклоновый ТУМ на склонах солнечной экспозиции в Кубня-Булинском подрайоне

Эти почвы отличаются высоким естественным плодородием. На территории района встречаются супесчаные, средне- и легкосуглинистые серые лесные почвы. В основном на разных участках склоновых земель встречаются

дерново-подзолистые, болотно-подзолистые, серые лесные глеевые, аллювиальные дерновые кислые почвы. По механическому составу в основном легкосуглинистые, супесчаные, рыхлопесчаные, связнопесчаные почвы, которые меняются с севера на юг изученной территории.

4.4 Гидротермические особенности склонов полярных экспозиций

Продуктивность и лесомелиоративные свойства защитных лесных насаждений на склоновых землях во многом зависят от особенностей механики жидкости на поверхности склона и гидротермического режима склоновых земель. Водный режим склоновых земель зависит главным образом от скважности и порозности почвы, способствующих просачиванию воды в почву и предотвращающих образованию промоин. Во многих работах указывается, что даже при количестве осадков 1–2,5 см более легкие почвы без затруднения поглощают ливневый сток, тогда как на тяжелых почвах поверхностный сток усиливается и происходит вынос поверхностного слоя почвы [53, 55, 60, 64, 189, 190]. Разница в порозности почв на склонах вызвана главным образом структурой, а не содержанием органического вещества, что легко доказывается по показателям удельного веса твердых частиц почвы. Тем более, что данные исследований показывают незначительную разницу средних величин содержания органического вещества: $2,16 \pm 0,0032$ для легких и $2,62 \pm 0,007$ для тяжелых почв. При одинаковой геологической основе показатели порозности почвы на склонах неодинаковые [52, 65, 90, 105, 158, 159, 200, 297, 321, 322]. Данный показатель зависит от крутизны, протяженности, экспозиции склона.

Характерной особенностью склоновых земель, особенно солнечной экспозиции, является недостаток влаги и избыток температуры. Водопроницаемость почв на склонах является основным фактором, определяющим водообеспеченность почвы и ее динамическую устойчивость. Во многих работах [79, 107, 111, 113, 117] отмечается важность изучения

водопроницаемости почвы. Особенно данный вопрос актуален на землях склоновых экосистем из-за резко выраженных колебаний агроэкологических условий, их ориентацией и высотного положения. Водопроницаемость почв зависит от механического состава, оструктуренности, а также от первоначальной влажности и плотности верхних горизонтов.

Исследования по особенностям водопроницаемости почв проводили в условиях естественного строения и залегания почв в разных экспозициях и крутизны склона. Для изучения водного режима почв на склонах закладывались почвенные разрезы глубиной до 1,5–2,0 м, по 3–4 в каждой стоковой площади. Специальным буром, без разрушения структуры почвы, брались образцы почв в стаканы емкостью 202 см³ – на территории Приволжского подрайона с координатами 56°06'37¹¹ СШ и 47°41'24¹¹ ВД. – с изучением следующих физических свойств почвы: общая, капиллярная и некапиллярная скважность. Образцы брались по три из каждого морфологического горизонта, начиная с поверхности почвы, причем подстилка не снималась из-за ее незначительной мощности (0,5–1,5 см). Показатели физических свойств почвы выводились в среднем из 10–15 образцов каждого горизонта на каждой площади.

Сходные показатели физических свойств почвы определялись на склонах теневой экспозиции с уклоном 18°, протяженностью по склону 30 м. Высота над уровнем моря в нижней части составляла 76 м, в присклоновом ТУМ склона – 88 м. Из сопоставления данных физических свойств склоновых почв видно, что аккумулятивный горизонт везде имеет значительные величины скважностей: общей (68–72% от объема почвы), капиллярной (51–57%) и некапиллярной (14–17%) в верхней части, а в нижней соответственно 31–32%, 28–30%, 2–10% (Таблица 4.8, 4.9).

Это объясняется преобладанием пор биологического происхождения и макроструктурных элементов, то есть агрегатов крупнее 0,25 мм, чем обуславливается структурность этих почв. Благодаря наличию крупных пор между агрегатами и мелких внутри них почва становится рыхлой и влагоемкой.

Такое строение почвы на склоновых землях объясняется:

а) прежде всего взаимодействием корневых систем травянистых растений, которые, проникая намного глубже по сравнению с естественными условиями произрастания из-за нехватки влаги, раздвигает почвенные частицы, прессуют их в комочки;

б) воздействием экологических факторов, особенно абиотических, таких как температура и уровень солнечной радиации.

Таблица 4.8 – Физические свойства почв пробной площадки (солнечной склон) срединный ТУМ в Центральном подрайоне

Горизонт	Глубина взятия образцов	Число образцов	Влажность свежей почвы, %	Масса абсолютно сухой почвы, г,	Капиллярная влагоемкость, %	Полная влагоемкость в %	Удельный вес почвы	Удельный вес твердых частиц	Сквозность в % от объема почвы			Аэрация в % от объема почвы
									общая	капиллярная	некапиллярная	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
A ₀	0-4	13	40,6	164,6	62,8	71,1	1,48	2,51	67,8	50,6	17,2	35,1
A ₁	4-26	10	26,1	254,8	25,1	35,0	1,64	2,66	53,1	43,5	9,7	20,9
A ₂	27-42	10	12,8	346,0	16,5	17,4	1,72	2,65	35,0	28,4	6,6	13,0
A ₂ /B ₁	43-66	9	11,6	364,1	15,2	16,6	1,78	2,68	33,4	27,2	6,2	12,8
B ₁	57-98	9	14,2	372,4	16,0	18,8	1,82	2,69	32,3	29,1	3,2	6,6
B ₁ /B ₂	87-118	6	12,9	383,9	14,4	18,2	1,87	2,67	29,5	27,1	2,4	5,4
B ₂	105-132	8	11,7	389,4	13,6	14,5	1,86	2,65	28,4	25,9	2,9	6,02
B ₂	114-162	7	11,4	378,6	14,1	14,9	1,85	2,71	31,6	26,0	5,6	10,5
B ₂	170-185	5	13,5	382,9	14,9	16,2	1,87	2,68	30,0	27,8	2,3	4,8
C	200-225	6	13,2	372,7	15,7	16,7	1,82	2,69	32,2	28,6	3,6	8,1

Удельный вес верхнего горизонта незначительный – в пределах 1,48–1,64, что показывает наличие органической составляющей почвы.

Более глубокие слои имеют удельный вес больше, чем верхние горизонты. Поэтому показатели остальных физических свойств почв очень высоки: величина полной влагоемкости составляет 71% и 95%, капиллярной – 63% и 86% от веса абсолютно сухой почвы, аэрация – 35% и 51% от объема почвы.

Противоположными свойствами обладают иллювиальные горизонты (В) из-за того, что вымытые коллоидные вещества, перекатываясь по склону, создают твердое и плотное строение, удельный вес почвы увеличивается, и уменьшаются скважность и связанные с ней остальные физические свойства (аэрация, влагоемкость). Удельный вес почвы на этих участках значительно выше, чем в иллювиальном горизонте контрольных участков, а скважность соответственно меньше. Общая скважность почв на таких участках падает до 32–30%, капиллярная почти равна общей скважности – 28–30%, а некапиллярная – 2–3%.

Таблица 4.9 – Физические свойства почв на пробной площади (склон теневой экспозиции) – срединный ТУМ в Центральном подрайоне

Горизонт	Глубина взятия образцов	Число образцов	Влажность свежей почвы в %	Масса абсолютно сухой почвы в г,	Капиллярная влагоемкость в %	Полная влагоемкость в %	Плотность, г/см ³	Плотность твердой фазы, г/см ³	Скважность в % от объема почвы			Аэрация в % от объема почвы
									общая	капиллярная	некапиллярная	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
A ₀	0-8	13	38,0	143,0	79,6	90,3	0,721	2,56	71,9	57,2	14,7	44,9
A ₁	8-17	3	27,6	258,9	38,0	39,0	1,281	2,63	51,3	48,6	2,7	15,9
A ₂	20-37	5	12,7	288,5	28,5	29,9	1,428	2,64	46,0	39,3	6,7	27,7
A ₂ /B ₁	40-56	6	10,4	327,4	19,9	20,9	1,672	2,66	37,1	32,9	4,2	19,3
B ₁	52-74	6	10,0	350,6	16,5	17,2	1,821	2,70	32,4	30,0	2,4	14,2
B ₂	100-112	4	12,6	330,2	14,8	16,0	1,824	2,74	33,4	26,9	6,4	10,2
C ₁	145-160	5	14,3	363,3	16,3	17,3	1,826	2,71	32,8	29,9	2,9	7,9
C ₂	190-200	3	15,8	375,1	16,6	16,9	1,857	2,71	31,5	30,8	0,7	2,2

Подзолистый горизонт, обладая плохо выраженной непрочной структурой, значительно уплотненный, приближается по некоторым своим физическим показателям больше к иллювиальному горизонту (удельный вес 1,72–1,64; общая скважность 35–38%, капиллярная 28–33%), а в отношении некапиллярной

скважности – к вышележащему аккумулятивному горизонту (некапиллярная скважность равна 5,5, аэрация 13–16%). То же самое можно сказать и о переходном горизонте A_2B_1 . Необходимо обратить внимание, физические свойства почв склона теневой экспозиции везде выше, чем в почвах склона солнечной экспозиции. Очевидно здесь влияние абиотических факторов, таких как колебание температуры, уровень солнечной радиации. Из сопоставления данных физических свойств почв на склонах полярной экспозиции видно, что различия между ними в основном заключаются в том, что в аккумулятивном горизонте почв юго-восточного склона общая и некапиллярная скважность меньше, чем в почве северо-западного склона на 5%, причем в нижних горизонтах различия в этих показателях незначительные. Показатели полной и капиллярной влагоемкости почв на склонах полярной экспозиции зависят от:

- 1) водопроницаемости, которая зависит от интенсивности осадков и интенсивность формирования стока;
- 2) скорости водного потока и способности почвы противостоять смыву и размыву;
- 3) способности растительности защищать почву и общего уровня минерализации почв.

Гранулометрический состав почвы определяет ее водопроницаемость [131]. Скорость просачивания воды через почву полностью зависит от размера почвенных пор. Почвы с крупными почвенными порами более свободно пропускают воду по сравнению с почвами, сложенными из мелкозема. Данная зависимость подтверждается результатами полевых экспериментальных исследований. Прямая связь между механическими свойствами почвы и водопроницаемостью отмечается только для супесчаных и песчаных почв и для полностью оструктуренных тяжелых почв. Водопроницаемость почв, обладающих хорошей структурой, не зависит от механического состава, а от структурно-агрегатного состояния. Тяжелые глины или суглинки, с хорошей структурой могут обладать хорошей водопроницаемостью, чем почвы с легким

механическим составом. Об этом свидетельствуют данные, приведенные в таблице 4.10.

Водопроницаемость почвы существенно зависит от ее оструктуренности. Структура почвы определяется ее минералогическим составом и химическими свойствами. Исследованные почвы имеют примерно один и тот же гранулометрический состав (тяжелосуглинистый). При следовании от вершины склона в направлении долины склона происходит увеличение гумуса и количества водопрочных агрегатов.

Таблица 4.10 – Водопроницаемость на разных участках дерново-подзолистых почв на склоне в Кубня-Булинском подрайоне (теневого склон)

Участок склона	Почва	Механические фракции, % от абсолютно сухой почвы			Водопроницаемость за 10-час, мм/мин
		Песок (0,05-1 мм)	Пыль (0,001-0,05 мм)	Ил (< 0,001 мм)	
Верхняя часть	Дерново-подзолистая	0,04	53,0	9,4	89,4
Средняя часть		6,3	65,9	43,5	50,5
Нижняя часть		23,4	56,2	40,7	70,2

На склонах южной экспозиции способность почвы поглощать водяные пары из воздуха при дефиците почвенной влаги и конденсировать их на поверхности своих частиц имеет огромное значение в поддержании общей влажности почвы (Таблица 4.11).

При этом надо отметить, что гигроскопичная влага недоступна для растений. Гигроскопичность на исследованных почвах колеблется от 1,04 на песчаных склонах, супесчаных почвах солнечной и теневой экспозиций – от 1,68 до 1,75, на легких суглинистых почвах – от 2,24 до 2,68, на средних суглинистых почвах – 3,4–3,8, на тяжелых суглинистых и глинистых почвах – от 4,5 до 6%.

На процесс влагообеспечения растений непосредственно влияет влагоемкость, особенно капиллярная влагоемкость почвы. Она характеризуется

количеством влаги, находящейся в почвенных капиллярах. Показатель влагоемкости почв напрямую зависит от содержания в ней органических веществ, так как органическое вещество способно поглощать огромные количества влаги. Определение водопроницаемости проводилось на склонах разной крутизны и направленности. По результатам исследований установлено, что влагоемкость склоновых песчаных почв составляет 16,9%, легкосуглинистых – 21,2%, глинистых – 80,9%. Данные этих наблюдений приведены на рисунках 5.22, 5.23. Водопроницаемость почвы на склонах теневых экспозиций выше, чем на солнечных.

Таблица 4.11 – Водные свойства склоновых почв по почвенно-климатическим подрайонам

Почва	Подрайон	Горизонты, глубины взятия пробы, см	Водные свойства почв, в % от веса сухой почвы			
			Общая влагоемкость	Максимальная гигроскопичность	Влага завядания растений	Диапазон активной влаги
1	2	3	4	5	6	7
Дерново-подзолистая тяжелосуглинистая	Цивиль-Кубнинский	A ₀ 0–18	31,0	3,4	4,7	26,4
		A ₂ 18–27	26,1	2,9	4,2	20,8
		B ₁ 27–56	20,6	5,8	8,8	12,1
		B ₂ 56–88	20,0	8,3	12,2	6,9
		B ₃ 88–110	19,6	8,3	11,9	7,1
Серая лесная тяжелосуглинистая	Центральный	A ₀ 0–15	33,8	4,8	7,0	26,9
		A ₂ 15–38	27,9	4,5	6,9	22,0
		B ₁ 38–58	27,0	7,9	10,9	16,1
		B ₁ 58–86	23,9	8,0	11,4	11,9
		B ₂ 86–102	21,9	7,8	10,8	10,8
Выщелоченный чернозём тяжелосуглинистый	Кубня-Булинский	A ₀ 0–3	62,3	9,8	14,9	46,3
		A ₁ 3–16	39,0	8,2	13,0	24,9
		A ₁ 16–30	33,0	8,6	12,8	19,7
		B ₁ 30–65	30,1	8,3	11,9	16,9
		B ₂ 65–95	27,7	8,0	12,0	15,6

По мере увеличения крутизны водопроницаемость увеличивается на склонах солнечных экспозиций и уменьшается на склонах теневых экспозиций, что объясняется неоднородностью первоначальной влажности почвы на склонах полярных экспозиций и гранулометрическими показателями почв (Рисунок 4.31) Теневой склон представлен неводопрочными почвенными агрегатами от 6 до 2 мм, где водопроницаемость возрастает, а на солнечном склоне наибольшая водопроницаемость наблюдается у почвенных агрегатов величиной от 1 до 2 мм. Водопроницаемость в долинной части склонов полярных экспозиций примерно одинакова ввиду того, что структура почвы в них примерно одинакова (Рисунок 4.32). На склонах полярных экспозиций по мере насыщения, независимо от крутизны склона, водопроницаемость замедляется.

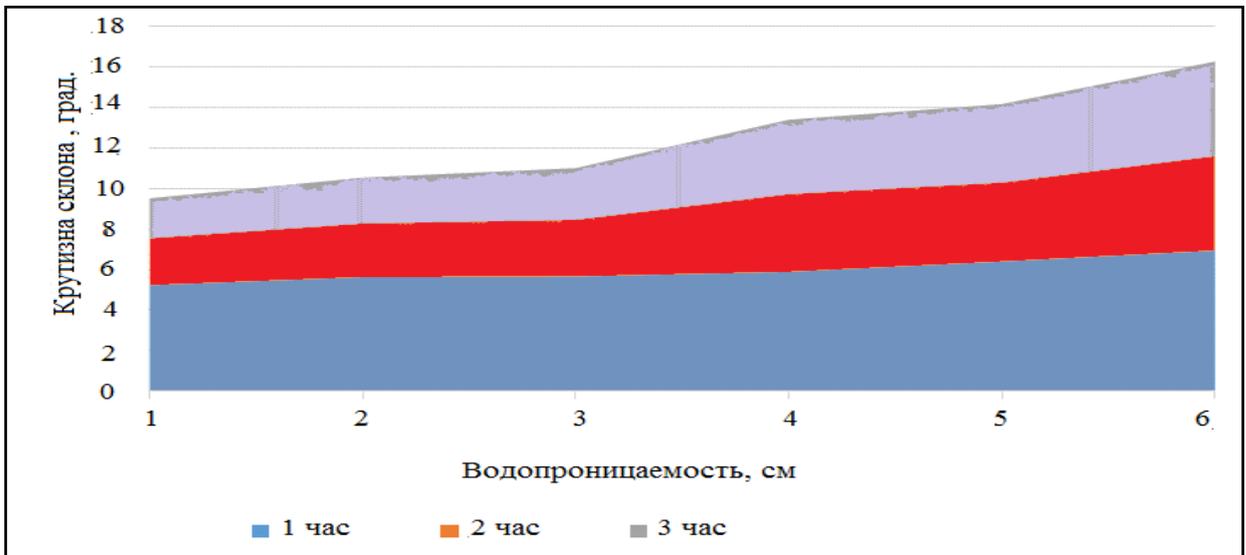


Рисунок 4.31 – Водопроницаемость почв склона солнечной экспозиции

На втором часе наблюдений наблюдается уменьшение скорости просачивания. По сравнению с первым часом на солнечном склоне просачивание за второй час наблюдений уменьшилась от 44 до 67% при крутизне склона от 12° до 42°; на склоне теневой экспозиции – от 25 до 49% при крутизне склона от 8° до 40°.

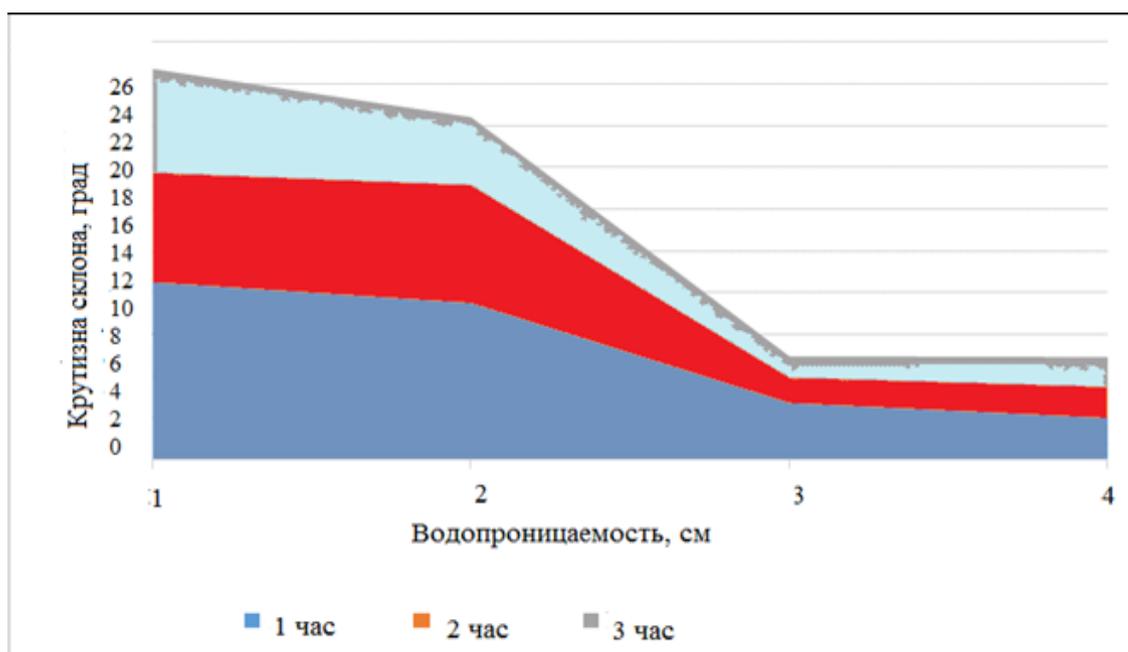


Рисунок 4.32 – Водопроницаемость почв склона теневой экспозиции

В третьем часу наблюдений уменьшение составило соответственно 16 и 33% – на склоне световой; 5,6 и 5,4% – на склоне теневой экспозиции. Первоначальная влажность почвы может стать фактором, влияющим на водопроницаемость почвы. Для оценки водопроницаемости почвы в зависимости от степени ее увлажнения используется величина дефицита влажности почвы, вычисленная как разность между полной влагоемкостью и ее фактической влажностью в момент опыта. Для определения водопроницаемости в лабораторных условиях исследовали различные почвогрунты со склонов. Данные приведены в таблице 4.12.

Таблица 4.12 – Влияние природной влажности почвы на ее водопроницаемость

Влажность почвы, % от объема	Водопроницаемость, мм/час	
	Верхний слой почвы (0–10 см)	На глубине > 10 см
1	2	3
20	100	12,4
40	49	2,56
45	23	2,08

По данным В.В. Бутяйкина [84], суглинистые почвы по мере увеличения влажности становятся менее водопроницаемыми. Данная закономерность подтверждается и нашими исследованиями. Из данных таблицы 4.12 видно, что при увеличении влажности почвы с 20 до 45% их водопроницаемость уменьшилась в 6 раз. По мере увеличения первоначальной влажности почвы в слое 0–10 см с 14 до 23% водопроницаемость почвы уменьшилась в 6,4 раза, а при влажности 30% впитывание прекратилось. Е.П. Проценко в своих исследования показала, что увеличение влажности чернозема карбонатного среднегумусного с 16,8 до 35,5% в слое 0–10 см приводит к снижению водопроницаемости [244]. При интенсивности дождевания $i=1,0$ мм/мин в течение одного часа скорость впитывания уменьшилась с 41,8 до 11,4 мм/час, а при интенсивности дождевания $i=2,0$ мм/мин в течение 30 мин – уменьшилось с 24,9 до 9,4 мм/час (в 2,6 раза). Существует мнение, что пылеватая почва, то есть почва со структурой от 0,05 до 0,001 мм, трудно смачиваясь, оказывает большее сопротивление движению воды, чем более оструктуренные почвы. Для каждого генетического типа почвы существуют свои зависимости между инфильтрацией и различными почвенными характеристиками. Так, водопроницаемость подзолистых почв имеет наиболее тесную связь с механическим составом почвы, а инфильтрация глинистых почв – с содержанием физической глины (Таблица 4.13). Данные, полученные в процессе изучения механического состава почв склонов разных экспозиций, показывают, что структура почвы в основном представлена частицами менее 0,01 мм.

В разной части склона размер почвенных частиц не однородный. На склоне солнечной экспозиции почва с частицами более 0,01 мм представлена в средней части склона от 56 до 73 %, и от 57 до 69 % – в долинной части склона. Склоны теневой экспозиции характеризуются почвами, с содержанием частиц от 59 до 83 % в средней части, от 57 до 70 % в нижней части склона. Необходимо отметить, что содержание илистых фракций по почвенным горизонтам неоднородное. Данное обстоятельство позволяет сделать определенный вывод,

что почвенная структура склонов полярных экспозиций значительно влияет на процессы водопроницаемости.

Таблица 4.13 – Значения водопроницаемости в различных почвогрунтах

№ п/п	Наименование почвогрунтов	Водопроницаемость, мм/мин
1	2	3
1	Пески	4,0
2	Супеси	1,2
3	Легкие суглинки	0,67
4	Средние суглинки	0,99
5	Тяжелые суглинки	1,49
6	Глины	0,23
7	Подзолистые почвы	1,29

Представляется целесообразным дать оценку микроклиматическим особенностям полярно-ориентированных склонов в связи с тем, что особенности растительного и почвенного покрова непосредственно зависят от температуры, влажности и уровня солнечной радиации. Разработанные климатологами методы пространственной оценки микро- и мезоклиматических особенностей различных регионов позволяют с большой степенью детализации учитывать микроклиматические вариации различных неоднородностей подстилающей поверхности [142, 144, 238]. Особенно важен учет микроклиматической изменчивости в неблагоприятных климатических условиях, при которых один или несколько факторов могут выступить в качестве лимитирующего в развитии биоценозов. В условиях экологических систем склонов такими лимитирующими факторами могут выступить температура и влажность. Ранней весной и в летнее солнцестояние количество тепла, приходящего на поверхность склона сильно меняется в зависимости от рельефа. На склоны солнечной экспозиции, крутизной 25–35°, в околополуденные часы попадает в 1,5–2 раза больше солнечной радиации, чем на ровные участки, а на теневые соответственно меньше (Рисунок 4.33). Этим обусловлена сильная гидротермическая неоднородность склоновых почв и грунтов, которая приводит к

пространственной изменчивости агроэкосистем в пределах небольших территорий. Для склоновых земель характерна вертикальная неоднородность климатических и эдафических факторов. Именно поэтому метеорологические наблюдения на склонах должны проводиться в припочвенном слое, поскольку здесь наблюдается большой перепад значений климатических факторов, измеренных на стандартной высоте наблюдений (2 м) и в самом нижнем, припочвенном слое. Надо отметить, что особенностью теплового баланса склоновых поверхностей, особенно в верхней и средней части, по сравнению с долинной частью поверхности, является относительно большой поток тепла в почву. При этом происходит значительный расход тепла на испарение, что обусловлено физиологическими особенностями склоновых растений, у которых слабое проективное покрытие в силу почвенно-климатических условий в верхней и средней части склона солнечной экспозиции.

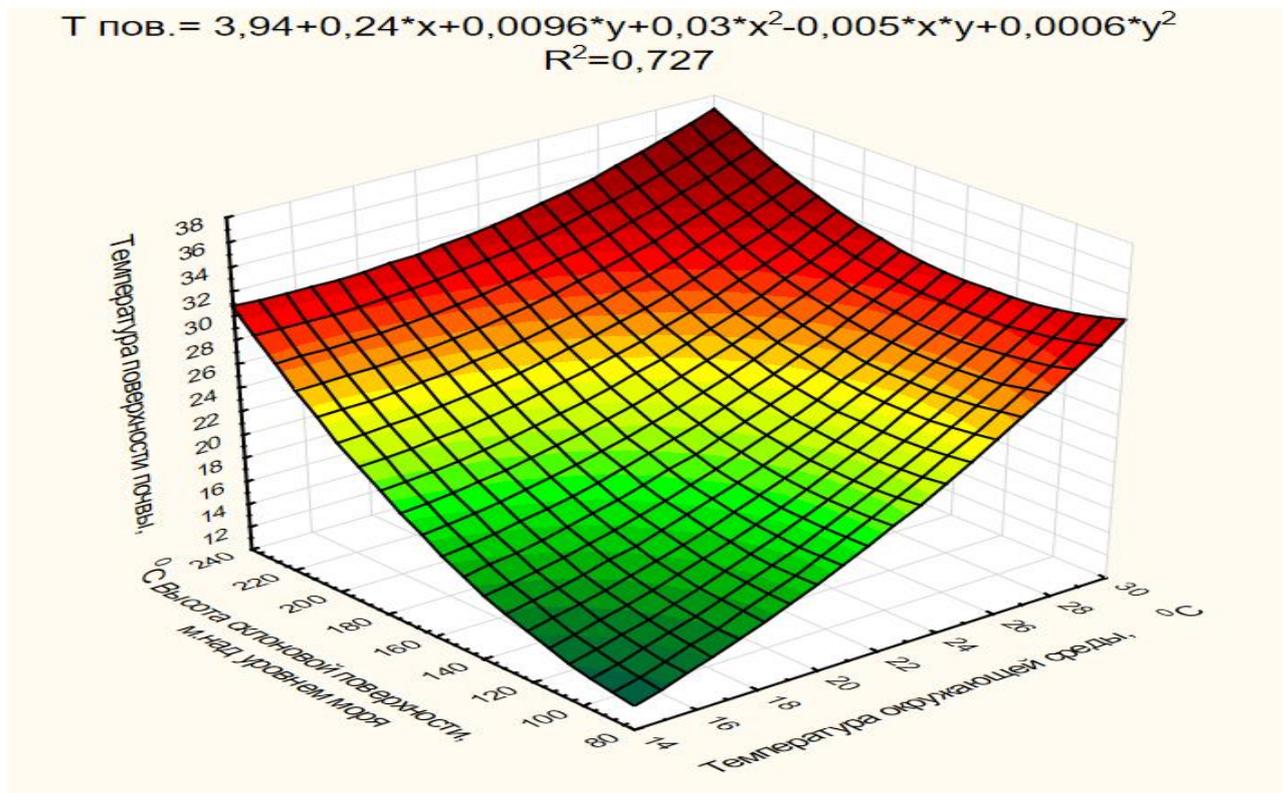


Рисунок 4.33 – Зависимость температуры поверхности почвы от высотного положения склона и температуры окружающей среды

По данным экспедиционных исследований, проведенных на территориях Чувашской Республики, Республики Татарстан и Ульяновской области, наибольшее суточное колебание температуры воздуха на высоте 2,0 м и на поверхности почвы наблюдалось в конце апреля и июля, уменьшаясь к концу августа до 3–4 °С. Резкий перепад температуры в 20-сантиметровом припочвенном слое губительно влияет на состояние растений на склоновых землях. По данным исследований, в течение суток разность температуры воздуха на высоте 20 см и температуры почвы на глубине 20 см достигает 18–15°С. Данное обстоятельство можно объяснить тем, что на склонах солнечной экспозиции в дневные часы происходит перегрев почвы на глубину до 20 см из-за сильной солнечной инсоляции почти до конца августа. На склонах теневой экспозиции данная разница незначительная, перепад температуры в верхней части склона по сравнению с долинной частью составляет от 3 до 8 градусов. На склонах солнечной экспозиции разность температур на поверхности почвы и на глубине почвы зависит от наличия травянистой растительности. Сплошной травяной покров склона создает влаго- и теплоизолирующую прослойку, которая способствует регулированию влаго- и теплоотдачи. В процессе проведения эксперимента изучали роль растительности в стабилизации гидротермического режима склоновых земель. На пробных площадях с обильной растительностью и отсутствием растительности измеряли значения влажности и температуры почвы на глубине 20 см. Результаты исследований приведены в таблице 4.14.

Результаты наблюдений показали, что на пробных площадках без растительности значительно нарушается гидротермический режим почвы, наблюдается перегрев и иссушение почвы. Происходит также увеличение потока тепла в почву, это вызывает понижение температуры поверхности днем. Ночью приток тепла к поверхности почвы из более глубоких слоев также увеличен, и вследствие этого ночью поверхность на оголенных участках теплее, чем на участках с растительностью.

Таблица 4.14 – Температура поверхности почвы (°С) на склонах разной экспозиции

Ориентация склона	Крутизна склона, град,	Температура по временам суток, час	
		11	22
1	2	3	4
Склон солнечной экспозиции	45	38±1,1	16±1,3
Склон солнечной экспозиции	17	37±1,3	15±2,1
Склон теневой экспозиции	20	23±1,6	14±1,8
Склон теневой экспозиции	12	24±1,9	17±1, 6

С учетом крутизны склонов нами исследовались температурные особенности склонов разной экспозиции. Результаты исследований показали существенные различия температурного режима склонов разных экспозиций (Таблица 4.15). Разница в температурах поверхности почвы микросклона (крутизна около 20°) теневой и солнечной экспозиций составляет в июле в дневные часы около 15°С, в ночные часы теневой склон оказывается на несколько градусов теплее солнечных. Различия в температурном режиме склонов теневых и солнечных экспозиций проявляются очень четко.

По мере увеличения крутизны склона до 30–45° разница температурных показателей существенно меняется. На склонах солнечной экспозиции с крутизной от 15 до 35° формируется совершенно специфический микроклимат, отличный от склонов других экспозиций. На поверхность в верхней и средней части склонов солнечных экспозиций приходит значительно больше тепловой энергии по сравнению с другими участками (Таблица 4.15). Данные таблицы 4.15 показывают, что температура на поверхности склонов теневых экспозиций (восточный и северный склоны) на 2–4° ниже по сравнению со склонами солнечных экспозиций. При высоких температурах с поверхности почвы идет значительный отток влаги. Этому способствуют также воздушные потоки, возникающие на участках из-за перепада температур по наклонной поверхности склона.

Таблица 4.15 – Температурный режим склонов разной экспозиции

Склон	Температура, °С
1	2
Солнечной экспозиции (южный)	38,0±2,5
Теневой экспозиции (северной)	33,0±1,8
Солнечной экспозиции (западный)	35,0±2,3
Теневой экспозиции (восточный)	34,5±1,8

Разность температур на участках склона показана в работах [8, 74, 82, 97, 99, 294, 295, 306, 359, 360, 365]. Е.Н. Романова [257], проводя исследования в теневых районах, получила данные, подтверждающие, что наиболее теплыми являются нижние части склона, холодными – верхние. По нашим исследованиям, полученным в условиях лесостепи Приволжской возвышенности в летнее время (июль), разница температур на разных участках склона по экспозициям составляет от 3 до 5 градусов. В условиях склоновых земель в зависимости от экспозиции и крутизны склона формируется определенный микроклимат с особенностями температуры и влажности, что в конечном итоге определяет видовой состав фитоценоза. Особенностью наземно-воздушной среды склоновых земель является значительное колебание температуры на разных высотных отметках склона. Суточный ход температуры воздуха и поверхности почвы на склонах особенно резко отличается в ранние весенние и поздние осенние месяцы. Микроклиматические особенности солнечных склонов (ранний сход снежного покрова, прямые солнечные лучи) способствуют установлению положительного температурного баланса в середине апреля, что приводит к ранней вегетации растений. В работах Р.А. Полуэктова [233], П.Н. Проедова и др. [241], Е.П. Проценко [244] отмечается, что положительные температуры почв на солнечных склонах наступают гораздо раньше, чем положительные температуры воздуха. Существенное влияние на формирование растительного покрова склонов играет мезорельеф [65]. В условиях континентального климата территории проявление различий в величинах

инсоляции крутых солнечных и теневых склонов прямой солнечной радиацией отмечены в работах Т.А. Голубовой [113], А.Ф. Захарова [141], К.Я. Кондратьева [165], А.Ю. Королюк [168], Г.П. Макарова [191], Ю.А. Щербакова [306]; Holland, Stein, [333], Jenny H.[335], E. Lee,R. C. Foster [339], D. L. Phillips. D. White. В. Johnson[352].

На основе проведенного анализа литературных источников и по результатам исследований предлагается выделить участки склонов по степени увлажнения и температурным условиям: 0 – очень сухие – присклоновые участки солнечных склонов; 0–1 – сухие – срединные участки солнечных и присклоновые участки теневых склонов; 1 – суховатые – срединные участки теневых экспозиций; 1–2 – свежеватые – низовые участки солнечных экспозиций; 2 – свежие – низовые участки теневых экспозиций; 3 – влажные – низовые участки теневых экспозиций с конусом выноса; 4 – сырые – низовые участки солнечных и теневых экспозиций при придонном сбросе талых и дождевых вод и заболачивании в результате оползня или обвалов; 5-мокрые-низовые заболоченные и низовые с уровнем грунтовых вод выше 0,5 м.

Таблица 4.16 – Классификация типов условий местопроизрастания на склонах лесостепи Приволжской возвышенности

Степень влажности	Склоны теневых экспозиций	Склоны солнечных экспозиций
	Крутизна 8-35°	Крутизна 8-35°
0-очень сухие	Присклоновый ТУМ	Присклоновый и часть срединного ТУМ
0-1-сухие	Выпуклые участки срединных ТУМ	Срединные ТУМ
1-суховатые	Срединный	Вогнутые участки срединных ТУМ
1-2-свежеватые	Вогнутые участки срединных ТУМ	Выпуклые участки срединных ТУМ
2-свежие	Низовые выпуклые	Вогнутые участки срединных ТУМ
3-влажные	Низовые ТУМ с уровнем грунтовых вод до 0,5 м	Низовые выпуклые
4-сырые	Низовые с уровнем грунтовых вод выше 0,5 м.	Низовые ТУМ с уровнем грунтовых вод до 0,5 м
5-мокрые	Низовые заболоченные	Низовые с уровнем грунтовых вод 0,5 м.

4.5 Характеристика типов условий местопроизрастания на склонах

Исследование типов условий местопроизрастания (ТУМ) – это изучение экологических условий отдельных участков склона с целью подбора оптимального ассортимента древесно-кустарниковой растительности при создании защитных лесных насаждений. Без оценки почвенных и климатических условий склоновых земель нельзя правильно подобрать технологию создания защитных лесных насаждений, определить пригодность склоновых земель для создания эффективных насаждений для борьбы с эрозионными процессами. Ввиду того, что почвенно-экологические условия на склоне разнообразны, и они постоянно меняются, на них формируются различные почвенные комбинации. При этом даже если почвенные комбинации одинаковые, экологические условия склонов по экспозициям, по участкам склона отличаются друг от друга. При прочих равных условиях по температуре отличия могут быть по влажности почвы, воздуха, уровню инсоляции поверхности склона. В результате исследования фитоценоза на склонах в пределах однородных участков, на одной высоте, мы наблюдаем пестроту напочвенного покрова, что характеризует мозаичность почвенно-экологических условий территории склона. Для агроэкологической оценки склоновых земель изучение только качества почвы недостаточно. Требуется комплексная оценка геоморфологии, структуры растительности, экологических условий на разных участках склона. Рассматривая, к примеру, южные склоны, в одном случае мы наблюдаем успешный рост древесных растений и напочвенного покрова, а на другом склоне все выгорает. Растения испытывают на себе воздействие не единичных, изолированных друг от друга экологических факторов, а их совокупности. Какой-либо экологический фактор, выраженный в одинаковой степени, может оказать различное влияние на растение в зависимости от выраженности других факторов. В данном случае отрицательные экологические факторы,

формируемые в пределах рассматриваемого участка, не позволяют успешно формировать ценоз с использованием той же группы растений, что была на первом склоне. Проблема восстановления приобретает самостоятельное агроэкологическое направление, требующее обоснования с точки зрения агроэкологической оценки конкретного участка склона.

Основная проблема на склоне – это активизация водной эрозии и недостаток элементов питания для роста и развития растений. Дефицит влаги, высокая температура на солнечных склонах и избыточное увлажнение и недостаток тепла на теневых склонах затрудняют успешное ведение лесомелиоративного хозяйства на склонах. Важным фактором для успешного роста и развития растений на склонах является свойство материнской породы, так как оно определяет гранулометрический состав почвы. Кроме того, степень влажности почвы, влагообеспеченность и уровень грунтовых вод, водоудерживаемость также влияют на особенность растительного покрова на склоне.

Все перечисленные выше факторы являются предметом изучения при оценке типов условий местопроизрастания склоновых земель, так как решение проблемы выбора размещения защитных лесных насаждений и используемых технологий лесовосстановления без учета этих факторов невозможно. На начальном этапе необходимо определить признаки агроэкологической группы земель на склонах. Основной целью группировки земель по типам условий местопроизрастания на склоне является создание высокопродуктивных насаждений с целью предотвращения эрозионных и других разрушающих процессов с максимальной механизацией восстановительных работ. Исходя из цели, основными задачами оценки местопроизрастания склоновых земель являются:

– определение эколого-лесоводственных, значимых параметров разнообразных участков земель на склоне, удовлетворяющих требованиям защитных лесных насаждений и агротехники лесовосстановления;

- оценка отдельных лесообразующих и сопутствующих пород по их биоэкологическим требованиям к условиям произрастания;
- определение устойчивости древесных растений к эродированным и техногенно-нарушенным почвам;
- оценка растений, произрастающих на склоне, по количеству фитомассы, поступающей в почву.

Формирование однородных групп земель должно происходить с учетом морфометрических показателей склона и факторов среды обитания растений. При формировании однородных групп земель на склоне в настоящей работе использовали такие показатели как характеристика инсоляционных местоположений склона, уклон, форма рельефа по уклону поверхности, протяженность склоновой поверхности и степень эродированности склона. Основные экологические и почвенно-грунтовые условия, влияющие на рост и развитие растений, связаны с температурой, влажностью воздуха и плодородием почвы. Исходя из этих требований, нами разработана шкала оценки и выбора агроэкологических условий земель на склоне (Таблица 4.17). В первую группу показателей мы включили экологические условия в зависимости от особенностей инсоляции местности на склоне. Следующим важным фактором, определяющим реакцию растительности на склонах к изменяющимся факторам среды, является форма рельефа по уклону поверхности.

Таблица 4.17–Характеристика инсоляционных местоположений на склоне

Факторы среды	Характеристика инсоляционных местоположений склона							
	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW
1	2	3	4	5	6	7	8	9
освещенность (инсоляция)	min	mid	u– mid	u– mid	max	u– mid	mid	u– mid
влажность воздуха	max	mid	u– mid	u– mid	min	u– mid	mid	u– mid
температура воздуха в ночные часы	min	mid	u– mid	u– mid	max	u– mid	mid	u– mid
температура воздуха в дневные часы	min	mid	u– mid	u– mid	max	u– mid	mid	u– mid
температура воздуха в ранние весенние дни	min	mid	u– mid	u– mid	max	u– mid	mid	u– mid

Факторы среды	Характеристика инсоляционных местоположений склона							
	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW
1	2	3	4	5	6	7	8	9
температура воздуха в поздние осенние дни	min	mid	u– mid	u– mid	u– mid	u– mid	mid	u– mid
температура воздуха в холодное время	min	mid	u– mid	u– mid	u– mid	u– mid	mid	u– mid
температура воздуха в теплое время	min	mid	u– mid	u– mid	max	u– mid	mid	u– mid
влажность почвы в ночные часы	max	mid	u– mid	u– mid	min	u– mid	mid	u– mid
влажность почвы в дневное время	max	mid	u– mid	u– mid	min	u– mid	mid	u– mid
влажность почвы весной	max	mid	u– mid	u– mid	min	u– mid	mid	u– mid
влажность почвы осенью	max	mid	u– mid	u– mid		u– mid	mid	u– mid
влажность почвы летом	midll	mid	u– mid	u– mid	min	u– mid	mid	u– mid
температура почвы в дневное время	min	mid	u– mid	u– mid	max	u– mid	mid	u– mid
температура почвы в ночные часы	min	mid	u– mid	u– mid	max	u– mid	mid	u– mid
температура почвы весной	min	mid	u– mid	u– mid	max	u– mid	mid	u– mid
температура почвы летом	min	mid	u– mid	u– mid	max	u– mid	mid	u– mid
плодородие почвы	max	mid	u–mid	u–mid	min	u–mid	mid	u–mid
коэффициент эрозии	max	mid	u–mid	u–mid	min	u–mid	mid	u–mid

Рельеф на склонах представлен вогнутыми и выпуклыми участками (Таблица 4.18). Особенности формирования факторов среды находятся в зависимости от крутизны склона, глубины впадин, ложбин, седловин и высоты хребта и холмов.

Для агроэкологической оценки склоновых земель по особенностям рельефа в работе использована следующая классификация склонов:

- weakly sloping convex (WSC) – слабонаклонные выпуклые;
- concave flat (CF) – слабонаклонные вогнутые;

-concave slopes of average steepness (CSAS) – вогнутые склоны средней крутизны;

Таблица 4.18 – Характеристика экологических условий на склоне в зависимости от условий рельефа

Факторы среды	WSC	CF	CSAS	CxSAS	SCxS	SCcS
1	2	3	4	5	6	7
освещенность (инсоляция)	max	u–mid	mid	u–mid	mid	min
влажность воздуха	mid	u–mid	mid	Mid	min	min
температура воздуха в ночные часы	u–mid	u–mid	mid	mid	max	max
температура воздуха в дневные часы	u–mid	u–mid	mid	mid	max	max
температура воздуха в ранние весенние дни	u–mid	u–mid	mid	mid	max	max
температура воздуха в поздние осенние дни	u–mid	u–mid	mid	mid	mid	mid
температура воздуха в холодное время	u–mid	u–mid	mid	mid	mid	mid
температура воздуха в теплое время	u–mid	u–mid	mid	mid	mid	mid
влажность почвы в ночные часы	mid	mid	mid	mid	min	min
влажность почвы в дневное время	mid	mid	mid	mid	min	min
влажность почвы весной	u–mid	u–mid	mid	mid	min	min
влажность почвы осенью	u–mid	u–mid	mid	mid	min	min
влажность почвы летом	u–mid	u–mid	mid	mid	min	min
температура почвы в дневное время	mid	mid	u–mid	u–mid	max	max
температура почвы в ночные часы	u–mid	u–mid	mid	mid	min	min
температура почвы весной	mid	mid	u–mid	u–mid	max	max
температура почвы летом	mid	mid	u–mid	u–mid	max	max
плодородие почвы	u–mid	u–mid	mid	mid	min	min

-convex slopes of average steepness (CxSAS) – выпуклые склоны средней крутизны;

-steep convex slopes (SCxS) – крутые выпуклые склоны;

-steep concave slopes (SCcS) – крутые вогнутые склоны;

-onvex and concave slopes (CCS) – выпукло-вогнутые склоны.

Для характеристики агроэкологических условий склонов по характеру рельефа предлагается использовать следующие формулы:

- слабонаклонные выпуклые склоны ($\min -1, \max -1, u - \text{mid} -11, \text{mid} -6$);
- слабонаклонные вогнутые ($\min -0, \max -0, u - \text{mid} -15, \text{mid} -5$);
- вогнутые склоны средней крутизны ($\min -0, \max -0, u - \text{mid} -4, \text{mid} -16$);
- выпуклые склоны средней крутизны ($\min -0, \max -0, u - \text{mid} -4, \text{mid} -16$);
- крутые вогнутые склоны ($\min -7, \max -8, u - \text{mid} -1, \text{mid} -4$);
- крутые выпуклые склоны ($\min -7, \max -8, u - \text{mid} -1, \text{mid} -4$).

По данным формулам слабонаклонные выпуклые склоны характеризуются минимальным коэффициентом эрозии, максимальная освещенность плоскости склона и 11 параметров агроэкологических условий.

Далее подробно рассмотрим некоторые экологические условия склоновых земель в зависимости от экспозиции и высотного положения склонового участка. На рисунках 4.34 и 4.35 приведены зависимости температуры поверхности солнечных и теневых склонов от высотной отметки над уровнем моря. Изменение температуры поверхности почвы на склоне подчиняется квадратичной функции. Коэффициент детерминации $R^2=0,91$, что на 91% подтверждает зависимость температуры поверхности почвы выпукло-вогнутого теневого склона от высотной отметки над уровнем моря. Результаты регрессионного анализа показали, что регрессия значимая при заданном уровне значимости $P < 0,00264$ (Приложение И).

Изменение температуры поверхности почвы на вогнутом солнечном склоне подчиняется квадратичной функции, коэффициент детерминации $R^2=0,891$ показывает, что на 89% температура поверхности почвы зависит от высотной отметки склона над уровнем моря. Результаты регрессионного анализа показали, что регрессия значимая при заданном уровне значимости $P < 0,00164$ (Приложение И).

На изученных территориях наблюдаются различия агроклиматических условий, растительного мира, почвенных условий. С севера на юг лесостепи

Приволжской возвышенности происходит смена четырех типов почв: подзолистых, дерново-подзолистых, серых лесных и черноземов.

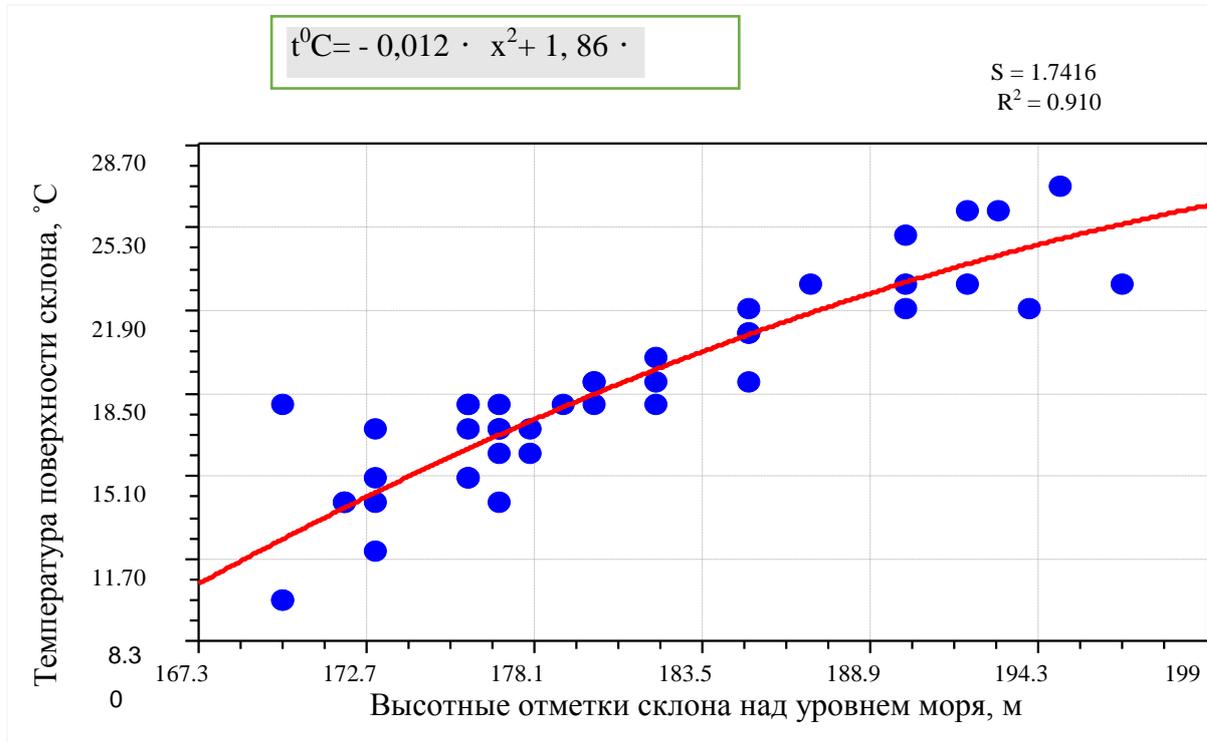


Рисунок 4.34 – Зависимость температуры поверхности выпукло-вогнутого теневого склона от высотной отметки над уровнем моря (Центральный подрайон)

В низовом типе условий местопроизрастания сформировались дерново-пойменные аллювиальные почвы. В срединном ТУМ Присурского подрайона встречаются подзолистые почвы. Здесь атмосферные осадки несколько преобладают над испаряемостью, что ведет к глубокому промачиванию почв. Под покровом хвойных лесов в почве формируется кислый перегной, который вымывается, образуя так называемый подзолистый горизонт. Из этого слоя вымываются не только органические, но и минеральные частицы. Под лесной подстилкой с маломощным гумусовым горизонтом темного цвета залегает четко просматриваемый белесый "подзолистый" слой, состоящий в основном из зерен кварца и имеющий цвет золы.

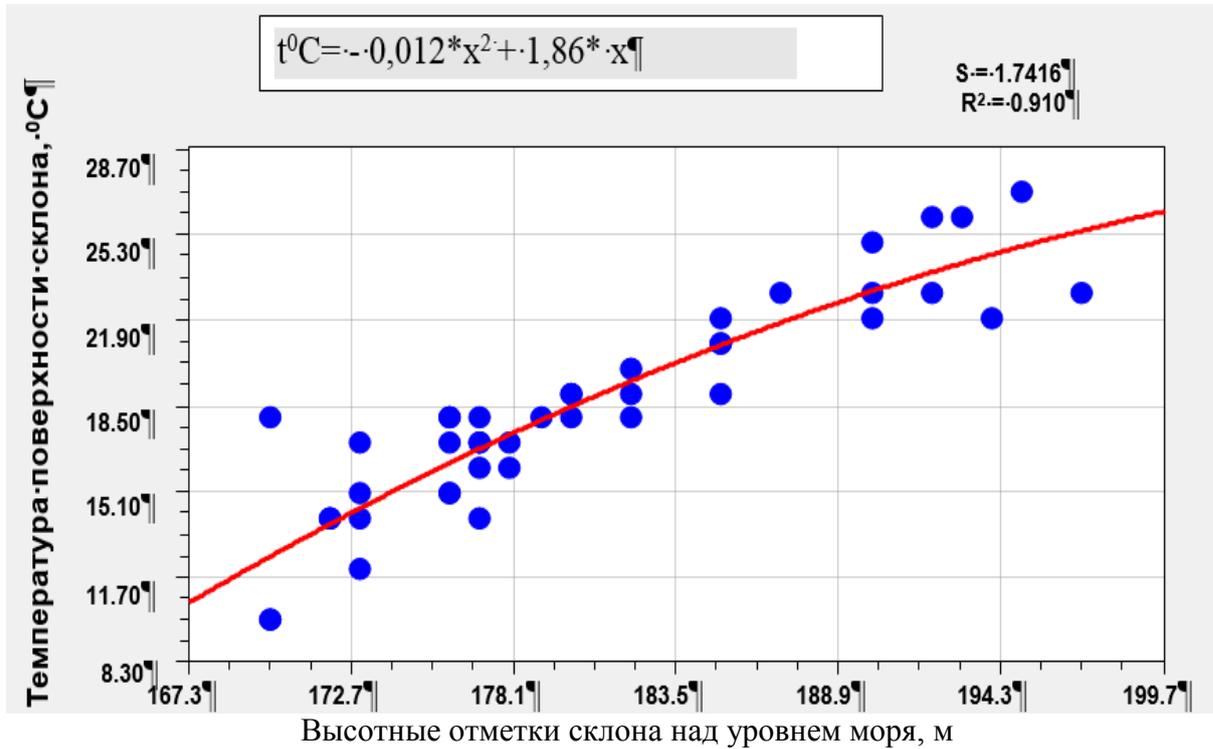


Рисунок 4.35 – Зависимость температуры поверхности вогнутого солнечного склона от высотной отметки над уровнем моря (Центральный подрайон)

Ниже залегает слой вмывания – плотный горизонт темно-бурой окраски, состоящий из солей железа и алюминия. Подзолистые почвы отличаются малым плодородием, высокой кислотностью. Для земледелия они малопригодны и используются для создания защитных лесных насаждений.

Методологической основой изучения внешних связей почвы как экологической системы в наших исследованиях явились разработки В.Р. Волобуева [99, 100] и А.В. Соколова [270], а также материалы и подходы, имеющиеся в работах И.М. Гаджиева [105], А.Х. Газизуллина [106], Л.О. Карпачевского [150, 151], Н.А. Качинского [152], И.В.Тюрина [286]. Рассматривая почву склонов как экологическую систему, в программу исследования включили изучение:

- а) гранулометрического состава почвы;
- б) содержания и качества гумуса;
- в) глубины гумусового горизонта;

- г) глубины почвенного профиля;
- д) биологической составляющей почвы.

Гранулометрический состав почвы существенно влияет на экологию почв и факторы почвообразования. Водные, воздушные, механические и химические свойства почв полностью зависят от состава и структуры почвенных частиц. От гранулометрического состава почвы зависит скорость процессов почвообразования и, в конечном итоге, ее устойчивость. Почва, состоящая из первичных минералов, влагоемка и устойчива к эрозионным процессам. Как ранее было установлено, чем больше размеры почвенных агрегатов, тем выше скорость впитывания воды. По мере уменьшения размеров почвенных агрегатов уменьшается содержание первичных минералов, формируется некоторое количество вторичных минералов, которые разбухают под воздействием воды, и почва становится пластичной и липкой. Глинистые минералы под воздействием воды значительно разбухают и почти не пропускают воду и воздух. Именно они в основном удерживают в поглощенном состоянии элементы питания. В зависимости от размеров и структуры частиц почва имеет различные физические свойства и химический состав. Поэтому очень важно знать гранулометрический состав почвы, так как на его основе подбираются растения и способы их возделывания для повышения продуктивности защитных лесных насаждений на склонах. Результаты изучения гранулометрического состава, структуры и физических свойств серых лесных почв на склонах показали их неоднородность по горизонтам. Если в нижней части склона содержание илистых частиц составляет в пределах от 20 до 40%, то в верхней части по отдельным горизонтам колеблется от 17 до 53%.

Содержание фракций менее 0,01 мм меняется по мере увеличения глубины взятия почвенной пробы. От гранулометрического состава почвы зависят почти все физические и физико-механические свойства почвы: влагоемкость, водопроницаемость, порозность, воздушный и тепловой режим. Результаты анализа гранулометрического состава серых лесных почв на склоновых землях

показывают высокую агрегированность гумусового слоя (Рисунок 4.36, 4.37; Приложение В).

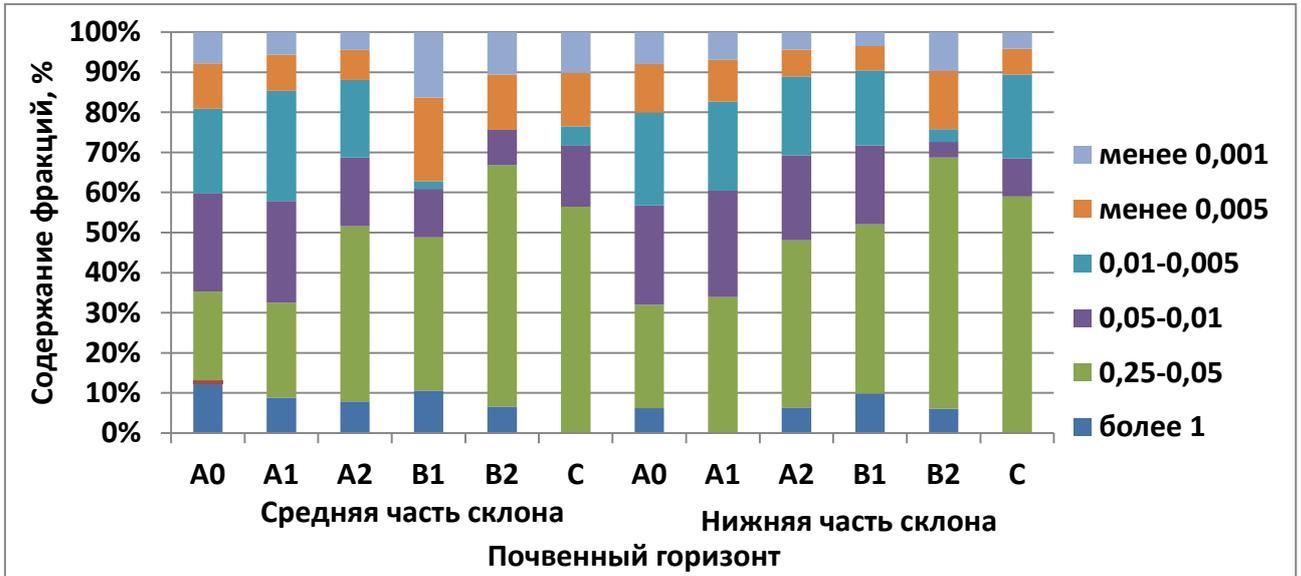


Рисунок 4.36 – Гранулометрический состав почв Мариинско-Посадского участка Приволжского подрайона (теневого склона).

Принято считать, что чем больше коэффициент структурности, тем лучше структура почвы. Гумусовый горизонт светло-серых почв на тяжелых суглинках зернисто-комковатый, иногда на солнечных склонах встречаются по структуре комковато-пылеватые. Гумусовый горизонт темно-серых лесных почв на склонах с уклоном выше 20° представлен комковато-зернистой структурой, доля агрегатов от 0,25 до 1,0 мм составляет 89,0–94,4%. Серые и светло-серые почвы на склонах характеризуются хорошей оструктуренностью на глубине до 25 см, а темно-серые почвы, представленные на склонах теневых экспозиций, – до 30 см. Почвенные агрегаты более 1,0 мм в основном встречаются в иллювиальных горизонтах. Результаты дисперсионного анализа влияния гранулометрического состава почвы в зависимости от глубины взятия пробы приведены в приложении Л 1–2. На структурно-агрегатное состояние почв наряду с абиотическими факторами влияет и биотические экологические факторы. Среди них не последнюю роль играют корни растений. Обильная корневая система травянистой растительности на склонах теневых экспозиций является фактором повышения коэффициента структурности.

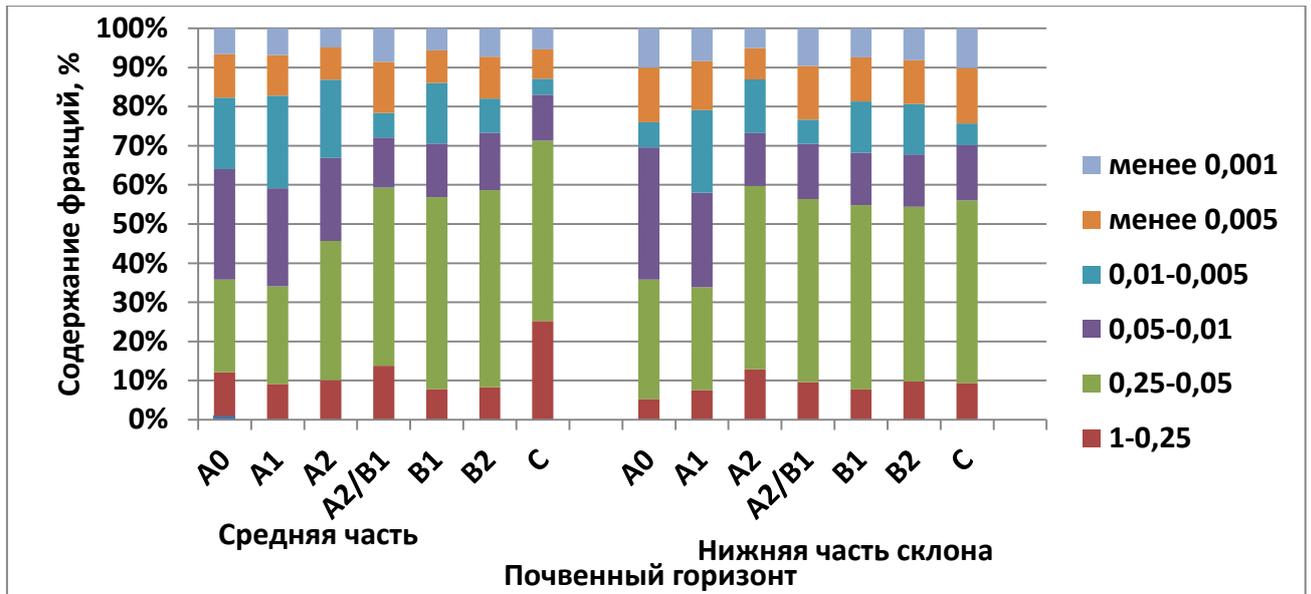


Рисунок 4.37 – Гранулометрический состав серых лесных почв Мариинско-Посадского участка Приволжского подрайона (солнечный склон)

Количество органического вещества в почве зависит от общей биомассы естественного опада биологического происхождения. В нем сосредоточено 98% запасов почвенного азота, 60% фосфора, 80% калия и содержатся все другие минеральные элементы питания растений в сбалансированном состоянии. В ряде случаев на структуру почвы влияет почвенная фауна, представители которой перерабатывают гумусовый слой, а некоторые микроорганизмы могут проникать за пределы этого слоя, иногда на глубину до 1 м и более [310, 311]. На формирование структуры почвы, масштабы объемных изменений в ней, оказывают влияние попеременные изменения увлажнения и высыхания, промерзания и оттаивания. Поэтому при изучении агроэкологии почв определение содержания гумуса является важным показателем для оценки возможности целевого использования земель. На склоновых землях в зависимости от места в рельефе и экспозиции склона содержание гумуса неодинаковое, что объясняется динамическими процессами почвенных частиц в результате гравитации и выноса почвенных частиц таловыми и дождевыми водами. Наибольшими показателями по мощности и содержанию гумуса

характеризуются низовые ТУМ. Содержание гумуса колеблется от 0,6 до 3,4 % в зависимости от почвенного горизонта. При этом необходимо отметить изменение объемной массы почвы по склону. Величина объемной массы почвы на склонах зависит от смывости, содержания первичных и вторичных минералов, механического состава, органического вещества, структуры и характера сложения почвы. По многочисленным литературным данным, объемная масса окультуренных сельскохозяйственных земель изменяется в пределах от 0,8 до 1,5 в зависимости от степени окультуренности. На склонах крутизной более 15°, как правило, почвы не обрабатываются и соответственно показатель объемной массы должен быть постоянным. Результаты исследований склона солнечной экспозиции в Цивиль-Кубнинском почвенно-климатическом подрайоне показывают, что объемная масса почвы неодинаковая не только по горизонтам почвы, но меняется в зависимости от крутизны и экспозиции склона (Таблица 4.19).

Таблица 4.19 – Содержание гумуса в темно-серых лесных среднесуглинистых почвах на делювиальных глинах по типам условия местопроизрастания

Горизонт	Низовой ТУМ			Срединный ТУМ		
	Мощность горизонта, см	Среднее содерж. гумуса, %	Объемная масса, г/см ³	Мощность горизонта, см	Среднее содерж. гумуса, %	Объемная масса, г/см ³
1	2	3	4	5	6	7
Ап	17	3,4	1,85	12	2,3	1,25
А ₁	19	1,9	1,75	21	1,2	1,35
АВ	30	2,5	1,60	31	2,0	1,50
В ₁	20	1,9	1,75	11	1,8	1,55
В ₂	42	1,5	1,65	40	1,5	1,55
ВС	37	0,9	1,50	37	0,9	1,50
С	35	0,5	1,50	44	0,6	1,50

Горизонт А характеризуется более высокими показателями объемной массы, что объясняется постепенным уплотнением верхнего слоя почвы в результате скатывания частиц почвы по склону и гранулометрическим составом почвы. Горизонт В имеет меньшие показатели объемной массы почвы, что

объясняется активностью мезофауны и разрыхлением слоя почвы корневищными растениями. Изменение показателя объемной массы почвы в долине склона по горизонтам объясняется процессами погребения горизонтов почвы в результате смыва или дефляции грунта.

С целью изучения процессов почвообразования и динамики изменения физических свойств почвы нами были изучены темно-серые лесные слабосмытые почвы на склонах теневой и световой экспозиций. Для этого в Мариинско-Посадском районе около д. Кочино (Приволжский подрайон) были заложены профили для изучения морфологии, механического состава, структуры и физических свойств этих почв. В таблицах 4.20 и 4.21 на примере типичных разрезов показаны особенности дифференциации гумуса по профилю.

Таблица 4.20 – Коэффициенты дифференциации гумуса в темно-серых лесных слабосмытых глинистых почвах на делювиальных глинах (теневой склон, крутизна 27°)

Горизонт	Мощность горизонта, см	Среднее содерж. гумуса, %	Объемная масса, г/см ³	Q-коэффициент	Мощность горизонта, см	Среднее содерж. гумуса, %	Объемная масса, г/см ³	Q-коэффициент
1	2	3	4	5	6	7	8	9
	Низовой ГУМ				Контроль			
Ап	24	3,3	1,25	0,75 0,82 0,85 0,62 0,56	24	3,5	1,35	0,54 0,85 0,93 0,59 0,63
А ₁	18	2,3	1,35		21	1,7	1,5	
АВ	28	1,7	1,5		28	1,4	1,55	
В ₁	28	1,4	1,55		20	1,3	1,55	
В ₂	29	0,9	1,5		35	0,8	1,5	
ВС	73	0,5	1,5		64	0,5	1,5	

Темно-серые лесные слабосмытые почвы на верхних участках склонов отличаются четко выраженным выносом иловых фракций и физической глины из верхней части профиля. Гумусовый горизонт А и переходный АВ по механическому составу представлены среднесуглинистыми крупнопылеватыми, а горизонт В – иловато-крупнопылеватыми средне- и тяжелосуглинистыми почвами. Мощность элювия составляет до 40 см, среднее содержание гумуса

достигает до 3,3%. На глубине от 50 см увеличивается содержание физической глины, по механическому составу встречаются средние, тяжелые суглинки и глины.

Неоднородность содержания гумуса и показателей объемной массы по горизонтам объясняется неравномерностью наноса минеральных частиц почвы в процессе смыва и выветривания в микропонижения по рельефу и долинную часть склона. Для определения степени дифференциации профиля по гумусированности склоновых почв мы воспользовались следующей формулой:

$$Q = \frac{J_{i-1} \cdot V_{i-1}}{J_i \cdot V_i} \quad (4.3)$$

где J_{i-1} , J_i – процентное содержание гумуса в горизонтах; V_{i-1} , V_i – объемная масса почвы в горизонтах.

Таблица 4.21 – Коэффициенты дифференциации гумуса в светло-серых средне- и легкосуглинистых лесных почвах на делювиальных глинах (солнечный склон, крутизна 19°)

Горизонт	Мощность горизонта, см	Среднее содерж. гумуса, %	Объемная масса, г/см ³	Q-коэффициент	Мощность горизонта, см	Среднее содерж. гумуса, %	Объемная масса, г/см ³	Q-коэффициент
1	2	3	4	5	6	7	8	9
	Срединный ТУМ				Контроль			
Ап	27	1,8	1,25	0,90 0,89 0,95 0,82 0,86	28	2,5	1,25	0,91 0,74 1,03 1,0 0,55
А1	6	1,5	1,35		15	2,1	1,35	
АВ	31	1,2	1,5		29	1,4	1,5	
В1	28	1,1	1,55		16	1,4	1,55	
В2	37	0,9	1,55		37	1,4	1,55	
ВС	38	0,8	1,5		34	0,8	1,5	

Коэффициент дифференциации профиля по содержанию гумуса в темно-серых лесных слабосмытых глинистых почвах теневой экспозиции колеблется от 0,56 до 0,85, в то время как в светло-серых лесных среднесуглинистых почвах на делювиальных глинах этот коэффициент составляет от 0,82 до 0,90, что говорит о резкой дифференциации почвенного профиля по содержанию гумуса в смытых

почвах склонов. На таких почвах растительность недостаточно крепко цепляется в субстрат из-за недостаточности минеральных веществ.

Во многих работах [20, 28, 33, 50, 51, 99, 144, 145, 155, 156 и др.] приведены сведения о структуре серых лесных почв в верхних горизонтах. От структуры и механического состава почвы зависят ее физические свойства. В светло-серых лесных содержание гумуса заметно меньше, чем в темно-серых лесных почвах. Слабосмытые серые лесные почвы незначительно отличаются по содержанию гумуса по всем типам. Как видно из таблиц 4.22 почвы обладают достаточными запасами гумуса. На теневых склонах в условиях низового ТУМ преобладают темно-серые почвы в сочетании с оподзоленными и выщелоченными черноземами, а светло-серые и серые почвы встречаются лишь на легких породах или на участках рельефа с повышенным увлажнением. Обогащенность гумусом нижних слоев почвы в значительной мере определяет высокое плодородие почв. Можно предположить, что высокий процент содержания гумуса в низинном ТУМ склона коррелируется биопродуктивностью организмов, обитающих в более благоприятных экологических условиях.

Таблица 4.22 – Коэффициенты дифференциации гумуса в серых лесных слабосмытых средне- и легкосуглинистых почвах на делювиальных глинах

Горизонт	Мощность горизонта, см	Среднее содерж. гумуса, %	Q-коэффициент	Объемная масса, г/см ³	Мощность горизонта, см	Среднее содерж. гумуса, %	Объемная масса, г/см ³	Q-коэффициент
1	2	3	4	5	6	7	8	9
	Низовой ТУМ				Контроль			
Ап	26	2,5	0,90 0,89 0,95 0,87 0,86 0,5	1,25	26	2,4	1,25	0,91 0,74 1,18 1,0 0,54 0,56
А ₁	8	2,0		1,35	8	2,3	1,35	
АВ	32	1,2		1,5	34	1,4	1,5	
В ₁	30	1,3		1,55	28	1,6	1,55	
В ₂	22	1,2		1,55	17	1,6	1,55	
ВС	32	0,8		1,5	43	0,9	1,5	
С	50	0,5		1,5	51	0,5	1,5	

Данные показывают слабогумусность почв, но при этом мощность гумусового горизонта значительна для темно-серых лесных почв. Подтверждается хорошо известный факт, что почвы мало гумусны, но гумусовый горизонт значительный, поэтому общие запасы гумуса в них достаточно велики. Светло-серые и серые лесные почвы формируются преимущественно на солнечных склонах, где комплекс биоклиматических условий почвообразования (меньшее участие в отпаде остатков травянистой растительности, более выраженный нисходящий ток воды, больший вынос оснований из опада и т.д.) приводит к заметному развитию подзолистого процесса. В зависимости от экспозиции склона и географического положения по мере изменения климатических параметров происходит снижение активности биохимических процессов разложения органических веществ в почве, период их активного разрушения сокращается (Таблица 4.23). Поэтому на теневых склонах в лесостепной зоне Приволжской возвышенности (Республика Марий Эл, северные районы Чувашской Республики, западные районы Республики Татарстан) в серых лесных почвах наблюдается увеличение мощности гумусового профиля, увеличиваются признаки оподзоливания.

Таблица 4.23 – Агрохимическая характеристика серых лесных почв на склонах

Подтип серых почв	Гумусовый горизонт, см	Содержание гумуса, %	Рн солевой вытяжки	Подвижный фосфор, мг на 100 грамм почвы	Подвижный калий мг на 100 грамм почвы
1	2	3	4	5	6
Светло-серые	15–25	1,6–3,4	4,7–5,2	6,2	9,5
Серые	25–30	2,2–4,7	5,1–5,5	7,6	12,4
Темно-серые	40–60	3,5–5,0	5,4–5,7	11,3	14,5

Светло-серые лесные почвы отличаются наибольшей оподзоленностью и наименьшей мощностью гумусового горизонта. Содержание гумуса в верхнем слое светло-серых лесных почв максимальное на склонах теневых экспозиций. Низкие показатели содержания гумуса на склонах солнечных экспозиций

объясняются незначительным накоплением массы органического вещества (Таблица 4.24).

Таблица 4.24 – Содержание гумуса (по Тюрину) и мощность гумусовых горизонтов в серых лесных почвах различных экспозиций и крутизны склона

Типы почв	Световые экспозиции				Теневые экспозиции			
	Крутизна 15 ⁰		Крутизна 29 ⁰		Крутизна 24 ⁰		Крутизна 18 ⁰	
	A ₁ +A ₁ A 2 см	гумус, %	A ₁ +A ₁ A ₂ см	гумус, %	A ₁ +A ₁ A ₂ см	гумус, %	A ₁ +A ₁ A 2 см	гумус, %
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Светло-серые	15–25	5,5–7,0 2,5–3,5	15–25	4,3–5,2 2,2–2,8	15–25	5,0–5,5 2,4–3,2	15–25	6,0–7,0 3,0–3,5
Серые	25–40	7,2–7,5 2,8–4,0	25–40	5,0–6,0 7,0–8,0	25–40	6,8–7,0 2,7–4,2	25–40	5,8–7,0 2,9–4,6
Темно-серые	40–50	8,0–8,5 5,5–6,0	40–50	7,0–8,0 5,9–6,3	40–45	7,9–8,2 5,2–7,0	25–35	8,0–9,0 6,4–7,2

Биологическое разнообразие любой природной экосистемы непосредственно зависит от количества косного и биокосного вещества [59, 60, 100, 189]. В процессе механического перемещения почвенных агрегатов по склону происходит снижение массы органического вещества почвы и общее снижение качества почвы, соответственно снижается продуктивность биомассы. В конечном счете, это определяет разнообразие растений, животных, микроорганизмов и других живых организмов, присутствующих в почвенной среде. степенным переходом в горизонт A₂B.

Около 95% азота и 25%–50% фосфора содержится в органической массе почвы [103]. В то же время, по данным Pimentel D. [353, 355, 357, 358, 368, 370, 371], при снижении гумуса почвы с 1,4% до 0,9% урожайность зерновых снижается почти на 50 %. Сокращение гумуса влияет не только на снижение урожайности, но и на биологическую продуктивность организмов почвы в результате снижения органического вещества. По результатам исследований агроэкологических свойств склонов разных экспозиций в лесостепной зоне

4.6 Изменение агрофизических и биохимических показателей почв под влиянием защитных лесных насаждений и рельефа

С целью установление закономерностей водно-физических свойств и содержания гумуса в серой лесной почве под влиянием уклона и защитного лесного насаждения проводились исследования в Моргаушском районе Чувашской республики. Опытные участки располагались на пастбищных склонах юго-западной экспозиции с уклонами 0,27 и 0,55 ниже по рельефу защитного лесного насаждения. На основе аналитического и эмпирического 163 методов исследования из многообразия природно-антропогенных факторов, воздействующих на плодородие почв, в частности содержание гумуса, нами выделены следующие: уклон склона; критерий водопрочности почвенных агрегатов(отношение частиц почвы 10-0,25 мм при мокром и сухом фракционировании); степень защищенности почвы от эрозии защитными лесными насаждениями. Теоретический аспект повышения плодородия почв в зависимости от рельефа, водно- физических свойств, степени защищенности агроландшафта противозерозионными агролесомелиоративными приемами заключается в использовании аналитического и эмпирического методов, на основе которых построены множественные регрессии:

$$\Gamma = b_0 + b_1N + b_2J + b_3B + b_4NJ + b_5NB + b_6JB + b_7NJB, \quad (4.4)$$

$$\Gamma = b_0 + b_1N + b_2K_{0,25} + b_3B + b_4NK_{0,25} + b_5NB + b_6K_{0,25}B + b_7NK_{0,25}B \quad (4.5)$$

где Γ – содержание гумуса в горизонте почвы А, %; N – расстояние от защитных лесных насаждений(ЗЛН), измеряемое в единицах защитной высоты ЗЛН; J – уклон склона; B – степень защищенности угодий от эрозии ЗЛН по мере удаления от ЗЛН и уклона ($B = 0,01-0,95$); $K_{0,25}$ – критерий водопрочности почвенных агрегатов (отношение суммы частиц 10-0,25 мм при мокром и сухом расसेве); b_0-b_7 – коэффициенты множественной регрессии. Защитное лесное насаждение на серой лесной почве имеет возраст 45 лет и представлено следующим составом: Дуб черешчатый – 60 %, Липа мелколистная – 40 %.

Высота насаждения – 15,4 м. Класс бонитета – II и III. Для математической обработки материалов наблюдения применялась математическая методика обработки результатов полевых исследований с применением дисперсионного и регрессионно-корреляционного анализа по методике Б.А. Доспехова [133]. Агрофизические, физико-химические и биохимические свойства серой лесной почвы изменяются в зависимости от уклона (крутизны) склона, расстояния от защитного лесного насаждения (ЗЛН) и степени защищенности угодий от эрозии (Таблица 4.25).

Таблица 4.25 – Критерии и показатели нормализованного и фактического состояния серых лесных почв в горизонте А под влиянием уклона и защитных лесных насаждений

Наименование показателей	Нормализованные	Уклон 0,27			Уклон 0,55		
		Расстояние от защитного лесного насаждения					
		ЗЛН	10Н	20Н	ЗЛН	10Н	20Н
Плотность сложения, г/см ³	< 1,10*	1,44	1,48	1,48	1,51	1,54	1,53
		1,18	1,23	1,28	1,22	1,26	1,34
		1,46	1,48	1,50	1,51	1,54	1,54
Пористость, %	> 50-60	45,7	44,2	43,9	43,0	41,7	42,0
		55,1	53,0	51,5	53,8	52,3	49,4
		44,9	43,9	43,9	43,2	41,9	41,9
Критерий водопрочности	> 70-75	0,63	0,63	0,61	0,56	0,58	0,56
		0,77	0,73	0,71	0,74	0,73	0,71
		0,57	0,55	0,52	0,55	0,51	0,51
Содержание гумуса, %	-	3,0	2,8	2,6	2,1	2,0	1,9
		3,4	3,3	3,1	2,4	2,2	2,2
		2,7	2,5	2,2	1,8	1,8	1,5
Степень защищенности угодий	-	0,08	0,06	0,02	0,05	0,04	0,01
		0,85	0,82	0,77	0,80	0,78	0,73
		0,08	0,06	0,02	0,05	0,04	0,01

Примечание. Строки: верхняя строка- без защитных лесных насаждений (ЗЛН)- 1984 г.; средняя – под влиянием ЗЛН, 2015; нижняя – без ЗЛН, 2015. * - данные Почвенного института имени В.В. Докучаева (1996).

При увеличении уклона склона в 2 раза (от 0,27 до 0,55) на расстоянии 0Н от ЗЛН уменьшается критерий водопрочности почвенных агрегатов серой лесной почвы– на 11,2-3,6 %, содержание гумуса - на 0,7-0,5%, соответственно на расстоянии 20Н от ЗЛН – на 20,0-8,3 % (вторая цифра - показатели под влиянием ЗЛН). На контроле (без ЗЛН) вышеуказанные показатели снизились в 1,3 раза и на 0,8 %. При повышении уклона увеличивается плотность сложения почвы на участках без применения ЗЛН с закономерным снижением пористости

на 3,5%, под влиянием ЗЛН на расстоянии 0Н пористость уменьшается на 3,1%. Степень защищенности сельскохозяйственных угодий от эрозии с увеличением уклона склона от 0,05 до 0,55 уменьшается с 0,10 до 0,01 без защиты лесных насаждений, а под влиянием насаждений - с 0,90 до 0,73 (Таблица 4.25). Показатели степени защищенности угодий рассчитаны на основании многолетних данных изменения эрозии почв по мере удаления от лесных насаждений и уклона склона ($B = 0,01-0,90$). Фактические агрофизические, физико-химические и биохимические свойства почв принимают значения больше нормализованных только под защитой лесных защитных насаждений. Если же склон остается нелесомелиорированным, то продолжается ухудшение вышеуказанных свойств почв, например, содержание гумуса, характеризующего потенциальное плодородие почвы, за весь период наблюдений снижается с 3,9 до 1,5%, тогда как под влиянием защитных насаждений увеличивается до 4,1 % (Таблица 4.25).

Поверхности откликов для предложенных регрессионных моделей (1, 2) представляют собой сложные многомерные многообразия. Соответствующие гиперповерхности на плоскости изобразить невозможно. Поэтому для отображения их основных особенностей построены отдельные трехмерные сечения (Рисунок 4.38 и 4.39). Регрессионный анализ показал, что содержание гумуса в почве на 65-94 % определяется уклоном склона, критерием водопрочности почвенных агрегатов и степенью защищенности угодий

Таким образом, можно констатировать, что нормализованные значения показателей морфогенеза почвы возможны только при агролесомелирации склоновой территории.

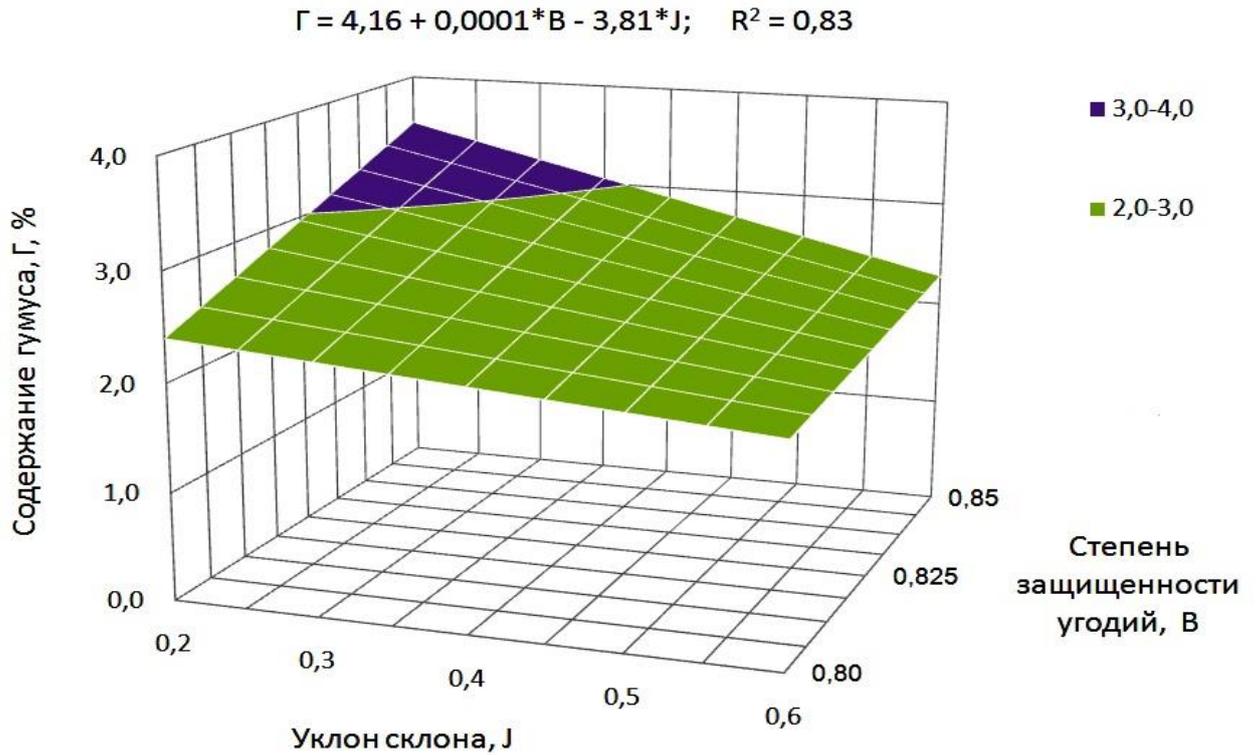


Рисунок 4.38 - Зависимость содержания гумуса от уклона и степени защищенности серой лесной почвы на расстоянии 0Н от защитного лесного насаждения

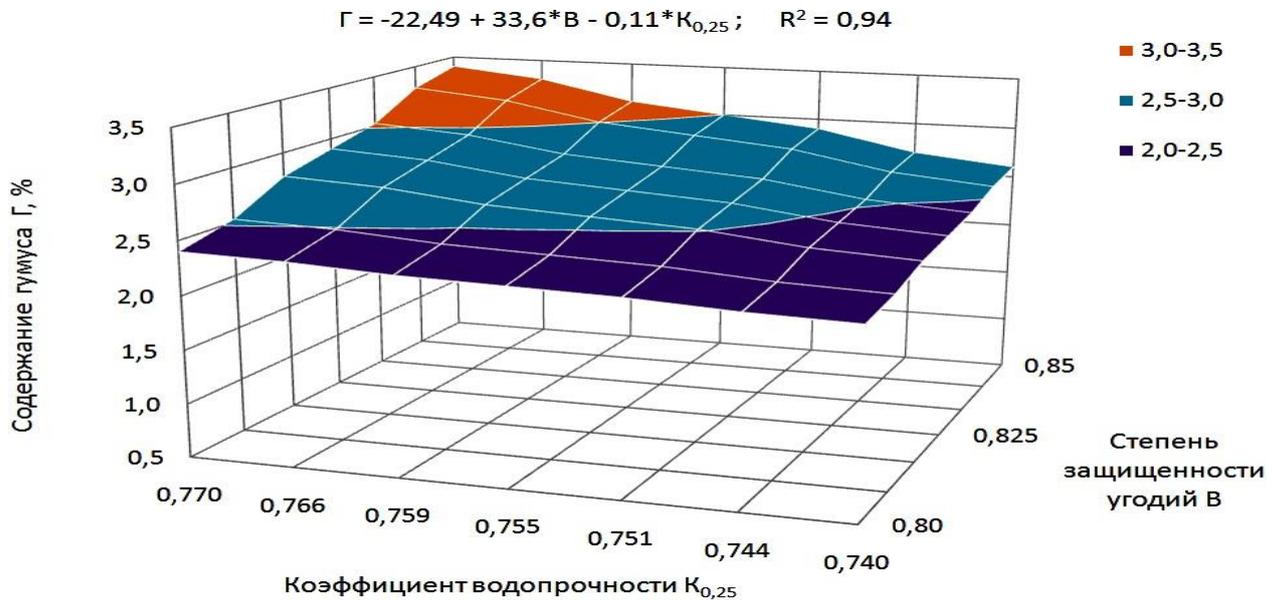


Рисунок 4.39 - Зависимость содержания гумуса от критерия водопрочности почвенных агрегатов и степени защищенности серой лесной почвы при уклоне склона 0,55 на расстоянии 0Н от защитного лесного насаждения

4.7 Видовое разнообразие травянистой растительности на склонах разной экспозиции и крутизны

Состав флоры склоновых земель формируют группы видов разной ценотической природы [17, 18]. Помимо собственно луговых растений, сюда входит большое число так называемых лугово-лесных или полянно-опушечных видов, всегда присутствующих под пологом леса, но полного развития достигающих лишь в условиях хорошего освещения. На сухих, обезвоженных участках прибрежной части склона велика примесь видов, селящихся на местах, лишенных растительного покрова. На влажных и сырых участках нижней части или на оползневых участках появляется примесь болотных растений, и иногда бывает трудно провести границу между фитоценозами сырых и увлажненных участков, сформированных в результате возникновения запруд по мере скопления обвальной почвы. В луговых сообществах на склонах с уклоном от 30° и больше, где имеются защитные лесные насаждения, присутствуют типичные лесные виды растений. В состав лугов на участках без лесной растительности входят сорные и рудеральные растения, особенно в ценозах, где наблюдается воздействие антропогенного фактора. Эти ценозы в основном сформированы мезофильными растениями, и в них трудно выделить однородные экологические группы из-за разного отношения растений к условиям увлажнения и температуры. На таких склонах, особенно южной экспозиции, встречаются как типичные мезофильные виды, так и виды, относящиеся к ксерофильной группе. При недостатке влаги на отдельных участках склонов встречаются промежуточные типы, которые образованы ксеромезофитами. При физиологической сухости почвы, обусловленной низкими почвенными температурами на теневых склонах, на склоне появляются промежуточные формы, представленные душистым колоском, полевицей тонкой, овсяницей луговой. Растения, образующие отдельные микроценозы,

принадлежат к разным биоморфологическим формам: 80–85% составляют многолетние поликарпические растения, 15–20% монокарпических растений (в основном преобладают однолетники). В фитоценозах однолетники не играют заметной роли, размножаются семенами в местах, где сомкнутость травостоя и дернина нарушены в результате экзогенных процессов (плоскостной смыв почвы). Из однолетних растений преимущественно встречаются растения из семейства норичниковых: погребок, марьяники; из бобовых – клевер ползучий, ракитник, чина. Длительность жизни однолетних растений зависит от условий произрастания. На их ухудшение однолетники реагируют двумя противоположными способами: резким сокращением сроков прохождения жизненного цикла (в сочетании со значительным уменьшением размеров растений) и увеличением длительности жизни до двух и более лет. Это возможно лишь при приспособленности растений к перезимовке в зеленом состоянии (подобно озимой группе зерновых культур). Довольно часто встречаются условия, при которых однолетние растения дают за вегетационный период две или даже три генерации. В составе флоры склонов встречаются двулетние и многолетние монокарпические растения. Особенно много их из семейства сложноцветных и зонтичных. В начальный период жизни на обвальных склонах в первый год монокарпики формируют прикорневую розетку листьев, а после перезимовки начинают формироваться генеративные побеги. На второй год происходит цветение растений и формирование семян. После созревания семян растения полностью отмирают. Данный цикл развития в условиях произрастания монокарпиков на склоновых землях, которые характеризуются экстремальными экологическими условиями, может растянуться на несколько лет. По нашим наблюдениям, развитие генеративных побегов в склоновых сообществах колокольчика раскидистого наблюдалось на 4 год, икотника серо-зелёного – на 5 год, сурепки обыкновенной – на 4 год, дягиля лекарственного – на 6 год. Особенностью роста и развития у монокарпиков при недостатке влаги и высокой температуре является усыхание верхушечных почек.

При наступлении благоприятных условий из спящих почек на каудексе возникают два побега, один из которых цветет, а второй остается в вегетативном состоянии и к цветению переходит на следующий год. Монокарпические растения в склоновых ценозах встречаются в растительном покрове мозаично и на некоторых участках вообще отсутствуют. В зависимости от погодных условий и мезорельефа на склоне некоторые монокарпики встречаются в большом обилии и становятся доминантными видами, особенно в нижней части склоновых земель. Основную биоморфологическую группу, определяющую состав, структуру и динамику фитоценоза склоновых земель, составляют многолетние травы. В процессе своего развития многолетники закладывают почки возобновления на приземных и подземных стеблях, органах стеблевого происхождения и корнях. В условиях склоновых земель развитие побегов поликарпиков напоминает развитие монокарпических растений: сначала на сформированном укороченном побеге образуются генеративные органы, после цветения и плодоношения побег отмирает. Продолжительность жизни укороченных побегов зависит от типа условий местопроизрастания (ТУМ): в присклоновом ТУМ, особенно солнечной экспозиции, наблюдаются моноциклические побеги, в срединном ТУМ склонов солнечной экспозиции – дициклические побеги. На склонах теневой экспозиции и в низовом ТУМ склонов солнечной экспозиции у поликарпиков формируются полициклические побеги. Поликарпики склоновых земель развивают систему генеративных и вегетативных побегов. В ходе развития побегов интенсивно формируется система придаточных корней. При неблагоприятных экологических условиях среды (недостаток влаги, ранние весенние заморозки) происходит отмирание надземной части растений, а корневая система сохраняет способность функционировать более или менее длительное время. У многолетних травянистых растений наиболее долговечны корневища. Формы, размеры и характер расположения корневищ в почве зависят от экологических условий.

Ниже приводим описание основных видов травянистых растений, изученных в разных почвенно-климатических районах и на разных участках склона по экспозициям. В процессе изучения почвенного покрова проводили исследования пространственной организации почвы, тем самым определяли взаимосвязь между различными почвенно-структурными единицами в пределах ландшафта и изменчивости, контрастности, морфогенетической особенности растительного покрова. При этом особое внимание уделяли подходам к выделению горизонтов и почвенных единиц на основе типологии с самого начала проведения полевых исследований. Различия между компонентами, которые образуют различные типы и формы неоднородности почвенного покрова, могут быть более существенными, чем различия между экологическими нишами. В различных экотопах неоднородность почвенного покрова характеризуется различной степенью выраженности, различной мерой устойчивости, генетически обусловленной различными природными факторами или их разным сочетанием. Влияние и фиксирование ее является одной из насущных и во многом еще не реализованной задачей прикладной агроэкологии. Очевидна, в связи с этим, целесообразность и необходимость установления природы неоднородности почвенного покрова на различных экзогенных склонах в разных регионах, характера и механизма связей между различными компонентами почвенного покрова, темпов его эволюции, поиска рациональных форм биологической интерпретации неоднородности почвенного покрова. В ландшафтах со склоновым рельефом лидирующим фактором преобразования почвенного покрова является абиотический фактор. Изменение условий существования растительности в результате динамических подвижек, разного характера температуры, почвенного плодородия и водного режима приводит к сукцессии экосистем склонов. Вследствие этого на большей части территорий склонового рельефа (на коротких и средних покатых и крутых склонах) и ограниченной по площади части (крутые короткие склоны глубоких оврагов) в пределах денудированного рельефа прослеживаются усложнение и увеличение

контрастности почвенного покрова на протяжении периода наблюдений. На основе наблюдений на режимных и на прилегающих территориях выявлены сложность и полиструктурность напочвенного покрова изученных районов, большая роль в ней экзогенных процессов разного типа. Изучали особенности растительных сукцессий на разновозрастных оползневых склонах. Исследования основаны на использовании функционально-динамического подхода, фитоценотического метода. Изучение характера естественного зарастания нарушенных экзогенными процессами земель позволяет оценивать особенности формирования растительных сообществ с точки зрения их места и роли в растительном покрове изученных территорий и прогнозировать их дальнейшее развитие [185]. На нарушенных экзогенными процессами землях кроме сильного разнообразия эдафических факторов мы сталкиваемся с разнообразием климатических условий. Провести полный и точный учет этих факторов становится совершенно невозможным из-за неоднородности условий рельефа, особенно на крутых и длинных склонах. В условиях естественного зарастания биотопов на нарушенных экзогенными процессами территориях можно получить интегральный показатель для диагностики пригодности территории для создания защитных лесных насаждений. На данных территориях сформированный фитоценоз можно использовать как доступный для изучения и получения информативной базы формирующихся экосистем. В условиях расчлененной территории в лесостепной зоне Приволжской возвышенности исследованы процессы самозарастания и формирования фитоценозов на нарушенных эрозионными процессами землях. В настоящее время накоплен значительный фактический материал по формированию структуры почвы и растительного покрова на нарушенных землях без вмешательства человека. Исследования фитоценоза на склонах, сформированных в результате эрозионных процессов, затруднены, прежде всего, большим разнообразием и территориальной неоднородностью экотопов, особенно по эдафическим особенностям. Характерной чертой ландшафтных микроэлементов в экотопах

равнин является ясно выраженная пространственная упорядоченность их внутренней структуры. На нарушенных склонах в пределах микро- и макроэкотопов формируются разнообразные по составу и структуре фитоценозы в зависимости от крутизны и направленности склона. По этой причине применение общепринятых методик изучения фитоценоза затруднено. Маршрутно-рекогносцировочные методы изучения фитоценоза, используемые при геоботанических исследованиях, могут дать общее представление по распределению растительности на склоне. На склонах крутизной более 15° однородность эдафических и климатических факторов нарушается. Распределение растительности по территории отличается в зависимости от крутизны, экспозиции склона. Для обоснования данного предположения нами было проведено описание фитоценозов полярно-ориентированных склонов с использованием маршрутно-рекогносцировочного метода. Теневой склон по характеристике экологических условий является наиболее благоприятным для роста и развития растений. Общее количество встречаемых видов травянистых растений по мере снижения высоты склона увеличивается (в нашем примере до 10 видов), что объясняется изменениями эдафических факторов среды, хотя незначительное влияние оказывают и климатические факторы, особенно в верхней части склона. Склон солнечных экспозиций в экологическом отношении менее благоприятный для роста и развития растений. Прямые солнечные лучи, особенно в ранние весенние и летние периоды, приводят к перегреву и иссушению почвы. В жаркое лето примерно 1/3 часть склона (верхняя часть) почти полностью выгорает. Видовое разнообразие очень скудное, фитоценоз представлен двумя–тремя видами, входящими в группу терофитов. Для всех исследованных участков типична сложность, полиструктурность и последовательная разновременность образования ландшафтной структуры, в первую очередь, обусловленная действием разнообразных эрозионных процессов, особенно при экзогенных процессах: обвально-осыпных, оползневых, часто носящих катастрофический характер.

По результатам изучения фитоценозов склоновых земель разных экспозиций можно отметить, что в пределах экосистемы в течение вегетационного периода совместно обитают разнообразные виды. В зависимости от внешних и внутренних экологических факторов доминантой в фитоценозе могут выступать разные виды растений. Отношение растений к изменяющимся факторам среды определяет их видовое разнообразие и видовое богатство. Степень трансформации среды обитания растений на склонах зависит от абиотических факторов и динамических процессов, связанных с переносом грунтовой массы по поверхности склона. В результате этого меняются почвенно-грунтовые условия места обитания растений, формируются обособленные участки в соответствии с рельефом [64, 72, 73, 74, 79, 112, 215, 223, 229, 234, 247, 260]. Кроме того, на разных участках по склону отмечаются постоянно меняющиеся показатели температуры и влажности воздуха и почвы [22, 95, 96, 113, 315]. Оценку приуроченности видов травянистой растительности к разным участкам склонов проводили путем описания горизонтальной структуры фитоценозов на склонах разной крутизны и экспозиции. Для изучения состояния растительного сообщества на склонах определяли встречаемость, показатель общности видов, сходство видов, видовое разнообразие. Показатель общности видов вычисляли по индексу Жаккара, отношением числа видов, найденных на двух исследуемых участках биотопа (с), к сумме видов, найденных на участке (а), но не найденных на участке (b), и найденных на участке (b), но отсутствующих на участке а по формуле:

$$K_j = \frac{c}{a+b+c}, \quad (4.6)$$

Кроме того, вычисляли коэффициент сходства Чекановского-Сьеренсена:

$$K_s = \frac{2c}{a+b}, \quad (4.7)$$

где с – число общих видов в описаниях А и В, а и b – число видов в описаниях А и В соответственно. Δ'

Видовое разнообразие определяли по индексу Макинтоша:

$$\Delta' = (N - D) \cdot (N - V \cdot N) \quad (4.8)$$

где D – стандартная мера разнообразия Макинтоша, а N – общее число всех особей изучаемого сообщества. Одним из основных показателей, характеризующих степень эродированности склоновых земель, является показатель встречаемости растений. Для определения встречаемости использовали метод подсчета с пробных площадок-выборок по вертикальной трансекте. Если интересующий вид встречался более чем в 50%, его встречаемость высокая, если менее чем в 25% – он случайный. Показатель встречаемости определяет особенности размещения вида в пределах ассоциации и входит в общий признак обилия вида как одна из его сторон. В таблице 4.26 приведены основные параметры исследованных склонов. По показателю встречаемости можно косвенно судить о почвенно-грунтовых условиях склоновых земель. Как правило, в однотипных экотопах встречаются в основном виды, приуроченные к данным экологическим условиям.

Равномерность распределения растений по территории позволяет констатировать сходные условия места произрастания. Мозаичность растительного сообщества показывает соответственно и неоднородность эдафических факторов.

Таблица 4.26 – Основные параметры исследованных склонов

№ п/п	Район расположения склоновых земель, географические координаты	Основные параметры			
		Высота над уровнем моря, м	Экспозиция	Уклон, град.	Протяженность, м
1	2	3	4	5	6
Чувашская Республика					
1	Аликовский район 55°44'43"СШ 46°59'30"ВД	215,7	солнечная	36	128,0
Республика Татарстан					
2	Зеленодольский район 55°43'02"СШ 48°36'38"ВД	165,0	тенивая	22	192,0
Ульяновская область					
3	Цильнинский район 54°37'15"СШ 48°12'21"ВД	171,0	солнечная	30	560,0

Рассмотрим подробно особенности фитоценоза склонов разной направленности, уклона и географического положения. Пробные площади с географическими координатами $55^{\circ}44'43''$ СШ и $46^{\circ}59'30''$ в.д. представляет собой денудационно-аккумулятивный крутой склон, с уклоном 35° , задернован. Почвы в присклоновом ТУМ склона серые лесные среднесуглинистые, мощность гумусового слоя 4–16 см, пылеватая, сухая. В средней части склона в профиле почвы выделены следующие генетические горизонты A_0 –2 см+ A_1 –13 см+ A_2 –25 см+ A_2B –35 см+ B –120 см+ C –200 см. Профиль в долинной части представлен горизонтами A_0 –3 см+ B_1 –29 см+ B_2 –66 см+ BC –120 см, почвы серые лесные среднесуглинистые. Начиная с глубины 120 см почва влажная, на поверхность выходят грунтовые воды. В растительном покрове встречаются: бодяк полевой (*Cirsium arvense* (L.) Scop.), вьюнок полевой (*Convolvulus arvensis* L.), герань луговая (*Geranium pratense* L.), горошек мышиный (*Vicia cracca* L.), звездчатка дубравная (*Stellaria nemorum* L.), зверобой продырявленный (*Hypericum perforatum* L.), земляника лесная (*Fragaria vesca* L.), клевер средний (*Trifolium medium* L.), кульбаба осенняя (*Leontodon autumnalis* L.), лапчатка гусиная (*Potentilla anserina* L.), люцерна посевная (*Medicago sativa* L.), мать-и-мачеха (*Tussilago farfara* L.), мелколепестник канадский (*Erfgeron canadensis* L.), одуванчик лекарственный (*Taraxacum officinale* Web. S.l.), осока волосистая (*Carex pilosa* Scop.), очиток едкий (*Sedum acre* L.), подмаренник настоящий (*Galium verum* L. S.l.), подорожник промежуточный (*Plantago intermedia* DC.), полынь горькая (*Artemisia absinthium* L.), сныть обыкновенная (*Aegopodium podagraria* L.), тмин обыкновенный (*Carum carvi* L.), тысячелистник обыкновенный (*Achillea millefolium* E.Mey), черноголовка обыкновенная (*Prunella vulgaris* L.), чертополох поникающий (*Carduus uncinatus* Bieb.), хвощ полевой (*Equisetum arvense* L.), цикорий обыкновенный (*Cichorium inthybus* L.). Из представленных видов высокая встречаемость у трех видов: тысячелистника обыкновенного (100%), осоки волосистой (51%), тмина обыкновенного (46%). Ниже 25 % встречаемость таких видов, как люцерна посевная, подорожник

промежуточный, земляника лесная, лапчатка гусиная, чертополох поникающий, зверобой продырявленный и других. Это можно наглядно рассмотреть на диаграмме встречаемости растений в сообществе, которая построена на основе встречаемости входящих в него видов (Рисунок 4.40). В средней части солнечного склона видовой состав постепенно меняется. Высокая встречаемость у тысячелистника обыкновенного и мелкопестника канадского (Рисунок 4.41). Остальные относятся к группе случайных видов.

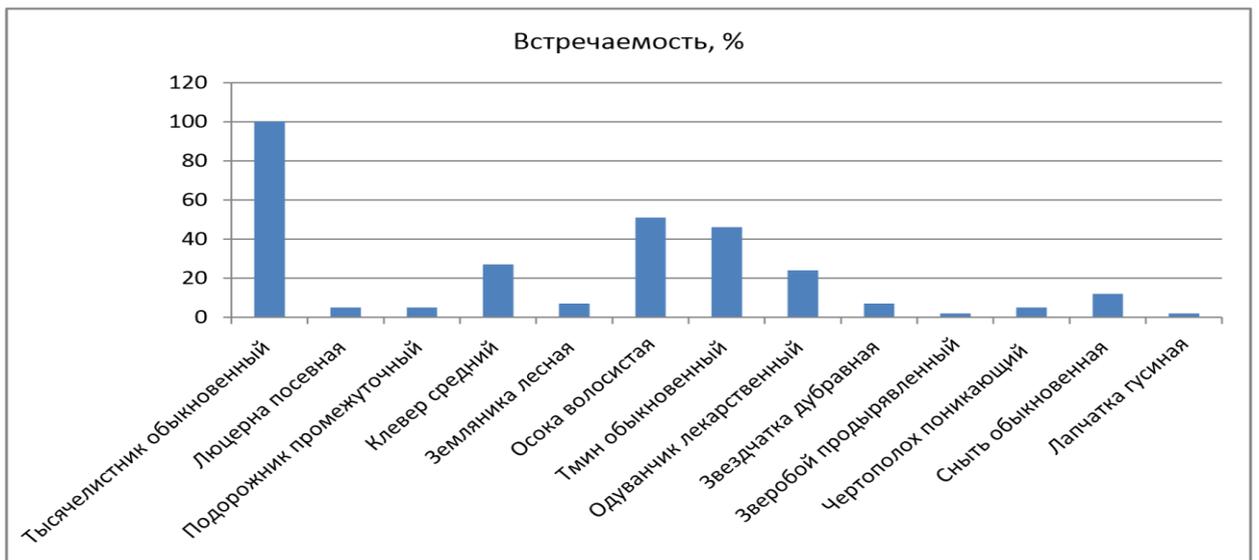


Рисунок 4.40– Диаграмма встречаемости видов травянистых растений в присклоновом ТУМ склона солнечной экспозиции

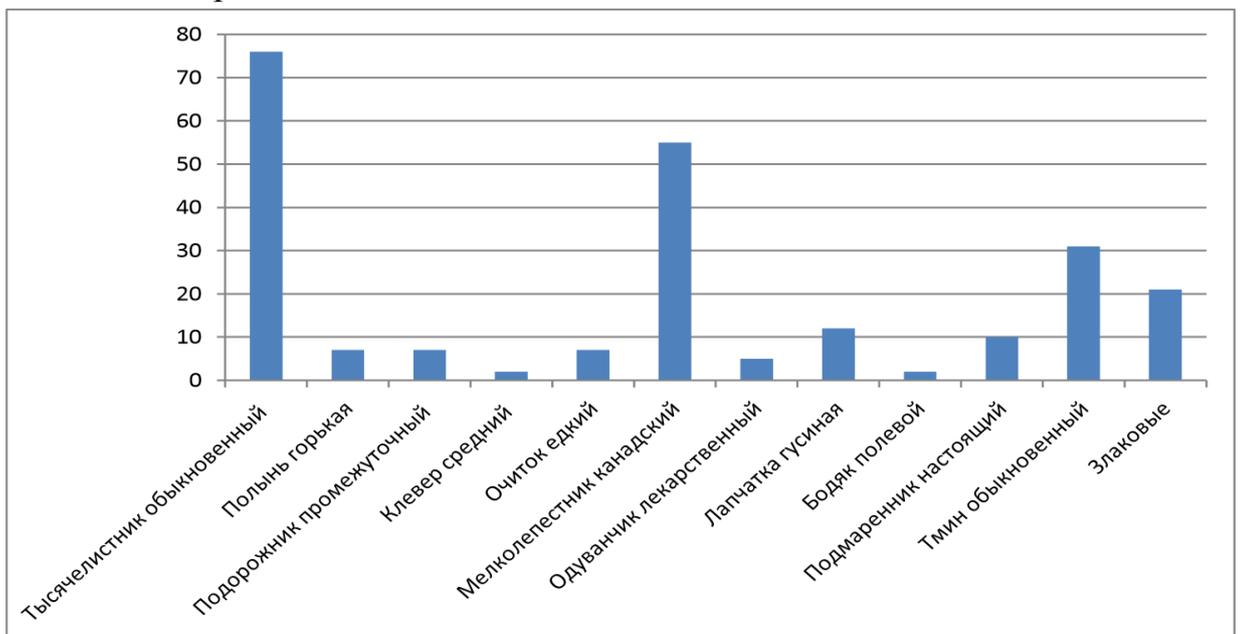


Рисунок 4.41 – Диаграмма встречаемости видов травянистых растений в среднем ТУМ склона солнечной экспозиции.

Необходимо отметить, что в соответствии с гидротермическими и почвенными условиями на солнечном склоне встречаются виды, приуроченные к сухим местам обитания: очиток едкий (*Sedum acre* L.), полынь горькая (*Artemisia absinthium* L.), мелколепестник канадский (*Erfgeron canadensis* L.).

Долинная часть солнечного склона характеризуется более благоприятными экологическими условиями, чем объясняется видовое разнообразие (Рисунок 4.42 и 4.43).

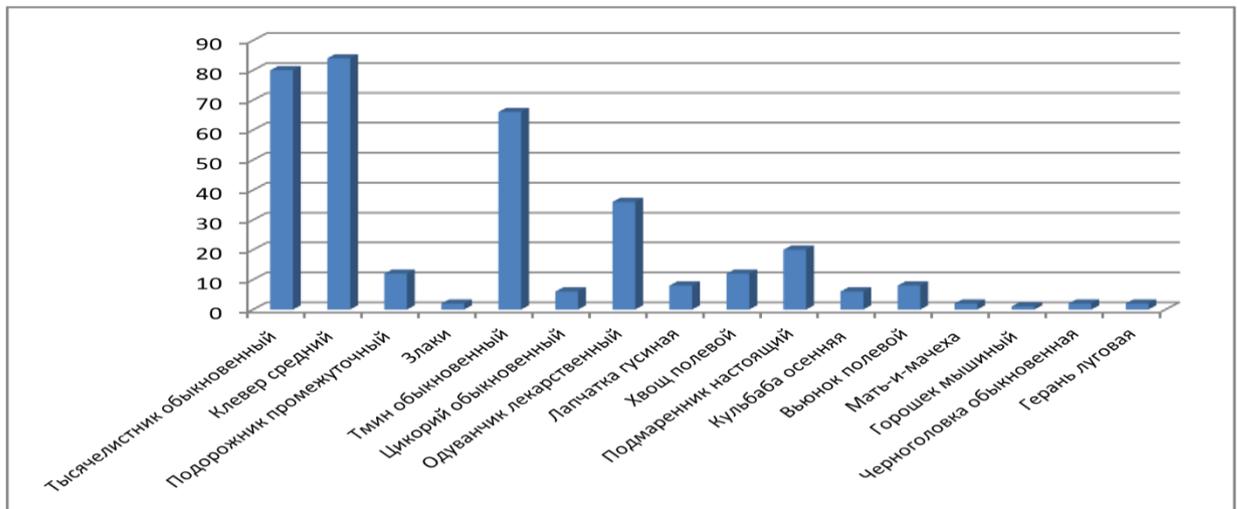


Рисунок 4.42 – Диаграмма встречаемости видов травянистых растений в низовом ТУМ склона солнечной экспозиции

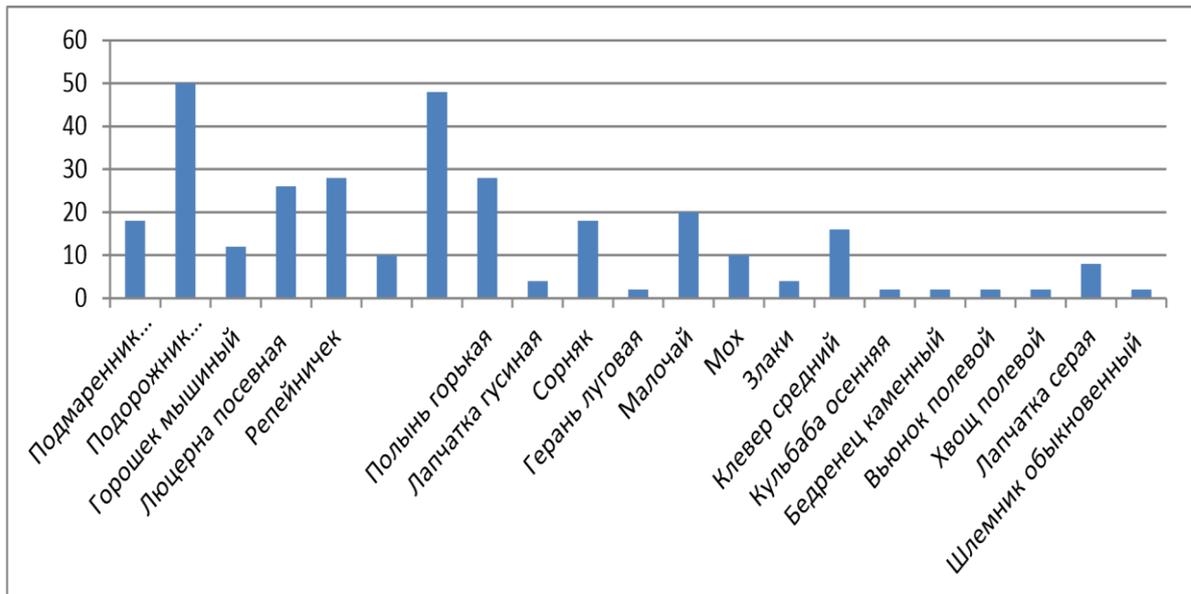


Рисунок 4.43 – Диаграмма встречаемости видов травянистых растений в низовом ТУМ склона теневой экспозиции

Из выявленных видов часто встречаются тысячелистник обыкновенный, клевер средний, тмин обыкновенный, одуванчик лекарственный (встречаемость более 50%). Сравнение видов на трех уровнях солнечного склона позволило выявить коэффициенты общности и сходства видов. Коэффициент Жаккара по первому и второму участку составил $K_j=0,39$, коэффициент сходства Чекановского-Сьеренсена: $K_s=0,56$, а по второму и третьему участку соответственно $K_j=0,33$; $K_s=0,50$. Коэффициенты общности и сходства видов между участками в присклоновом ТУМ солнечного склона и в долинной части составили $K_j=0,30$, $K_s=0,47$. Значения индекса Макинтоша по участкам распределились следующим образом: $\Delta'_{\text{верш}}=0,47$, $\Delta'_{\text{сер}}=0,59$, $\Delta'_{\text{дол}}=0,50$. Отличия значений полученных коэффициентов подтверждают неоднородность растительных сообществ на разных участках и различия почвенно-грунтовых условий солнечного склона.

Склон в Зеленодольском районе Республики Татарстан (Приволжский подрайон) с координатами $55^{\circ} 43' 02''$ СШ $48^{\circ} 36' 38''$ ВД расположен на правом берегу р. Свияга, имеет световую ориентацию с уклоном 22° , протяженностью 322 метра, на расстоянии 132 м вниз по склону имеется уступ протяженностью 12 метров. Почвы коричнево-бурые на элювиальных пермских глинах представлены горизонтами:

A_0-2 см+ A_1-9 см+ $B-32$ см+ $C-52$ см – на вершине склона;

A_d-2 см+ A_1-15 см+ $A_1 B-33$ см+ B_1-65 см+ B_2-83 см+ $C-100$ см – в средней части;

A_d-2 см+ A_1-18 см + $B-45$ см + $C-60$ см – в нижней части склона.

В нижней части склона почвы дерновые, тяжелосуглинистые оглеенные на элювиальных карбонатных пермских породах. Склон без видимых антропогенных воздействий, не подвергнут эрозии. Доминантами на разных участках склона выступают такие виды, как земляника лесная (*Fragaria vesca* L.), бедренец камнеломковый (*Pimpinella saxifraga* L.), лядвенец рогатый

(*Lotus corniculatus* L.), репешок обыкновенный (*Aggrimonia cupataria* L.), тысячелистник обыкновенный (*Achillea millefolilium* E.Mey).

Оценку приуроченности видов травянистой растительности к разным участкам склонов проводили путем описания горизонтальной структуры фитоценозов на склонах разной крутизны и экспозиции.

Для всех исследованных участков типична сложность, полиструктурность и последовательная одновременность образования ландшафтной структуры, в первую очередь, обусловленная действием разнообразных эрозионных процессов, особенно при экзогенных процессах. Для определения встречаемости использовали метод подсчета с пробных площадок-выборок по вертикальной трансекте. Если интересующий вид встречался более чем в 50%, его встречаемость высокая, если менее чем в 25%, – он случайный. Показатель встречаемости определяет особенности размещения вида в пределах ассоциации и входит в общий признак обилия вида как одна из его сторон. По показателю встречаемости можно косвенно судить о почвенно-грунтовых условиях склоновых земель. Как правило, в однотипных экотопах встречаются в основном виды, приуроченные к данным экологическим условиям. Равномерность распределения растений по территории позволяет констатировать сходные условий места произрастания. Мозаичность растительного сообщества показывает соответственно и неоднородность эдафических факторов. Рассмотрим подробно особенности фитоценоза склонов разной направленности, уклона и географического положения.

Пробные площади с географическими координатами $55^{\circ}44'43''$ СШ $46^{\circ}59'30''$ ВД представляет с собой денудационно-аккумулятивный крутой солнечной склон, с уклоном 35° , задернован. Почвы в присклоновом ТУМ склона серые лесные среднесуглинистые, мощность гумусового слоя 4–16 см, пылеватая, сухая. В средней части склона в профиле почвы выделены следующие генетические горизонты A_0 –2 см+ A_1 –13 см+ A_2 – 25 см+ A_2B – 35 см+ B –120 см + C –200 см. Профиль в долинной части представлен горизонтами

$A_0 - 3 \text{ см} + B_1 - 29 \text{ см} + B_2 - 66 \text{ см} + BC - 120 \text{ см}$, почвы серые лесные среднесуглинистые. Начиная с глубины 120 см, почва влажная, на поверхность выходят грунтовые воды. В растительном покрове встречаются: бодяк полевой (*Cirsium arvense* (L.) Scop.), вьюнок полевой (*Convolvulus arvensis* L.), герань луговая (*Geranium pratense* L.), горошек мышиный (*Vicia cracca* L.), звездчатка дубравная (*Stellaria nemorum* L.), зверобой продырявленный (*Hypericum perforatum* L.), земляника лесная (*Fragaria vesca* L.), клевер средний (*Trifolium medium* L.), кульбаба осенняя (*Leontodon autumnalis* L.), лапчатка гусиная (*Potentilla anserina* L.), люцерна посевная (*Medicago sativa* L.), мать-и-мачеха (*Tussilago farfara* L.), мелколепестник канадский (*Erfgeron canadensis* L.), одуванчик лекарственный (*Taraxacum officinale* Web. S.l.), осока волосистая (*Carex pilosa* Scop.), очиток едкий (*Sedum acre* L.), подмаренник настоящий (*Galium verum* L. S.l.), подорожник промежуточный (*Plantago intermedia* DC., полынь горькая (*Artemisia absinthium* L.), сныть обыкновенная (*Aegopodium podagraria* L.), тмин обыкновенный (*Carum carvi* L.), тысячелистник обыкновенный (*Achillea millefolium* E.Mey), черноголовка обыкновенная (*Prunella vulgaris* L.), чертополох поникающий (*Carduus uncinatus* Bieb.), хвощ полевой (*Equisetum arvense* L.), цикорий обыкновенный (*Cichorium inthybus* L.).

Из представленных видов высокая встречаемость у трех видов: тысячелистника обыкновенного (100 %), осоки волосистой (51 %), тмина обыкновенного (46 %). Ниже 25 % встречаемость таких видов, как люцерна посевная, подорожник промежуточный, земляника лесная, лапчатка гусиная, чертополох поникающий, зверобой продырявленный и другие. Для всех исследованных участков типична сложность, полиструктурность и последовательная разновременность образования ландшафтной структуры, в первую очередь, обусловленная действием разнообразных эрозионных процессов, особенно при экзогенных процессах: обвально-осыпных, оползневых, часто носящих катастрофический характер. В условиях склоновых поверхностей можно четко продемонстрировать принцип экологической индивидуальности вида,

отмеченный геоботаником Л.Г. Раменским [248]. Состав и структура фитоценоза характеризуются наличием видов растений разной ценотипической и фенотипической значимости, разнообразием жизненных форм, неоднородностью сложения состава видов в зависимости от эдафических и многих других особенностей экотопа, формированием на разных стадиях сукцессии групп растений, различающихся по функциональной роли на определенном этапе развития экосистемы [14, 24, 34, 75, 109, 140, 173, 184, 267, 295].

Необходимо отметить, что в соответствии с гидротермическими и почвенными условиями на солнечном склоне встречаются виды, приуроченные к сухим местам обитания: очиток едкий (*Sedum acre* L.), полынь горькая (*Artemisia absinthium* L.), мелкопестник канадский (*Erfgeron canadensis* L.). Долинная часть солнечного склона характеризуется более благоприятными экологическими условиями, чем объясняется видовое разнообразие (Рисунок 4.44, 4.45, 4.46).

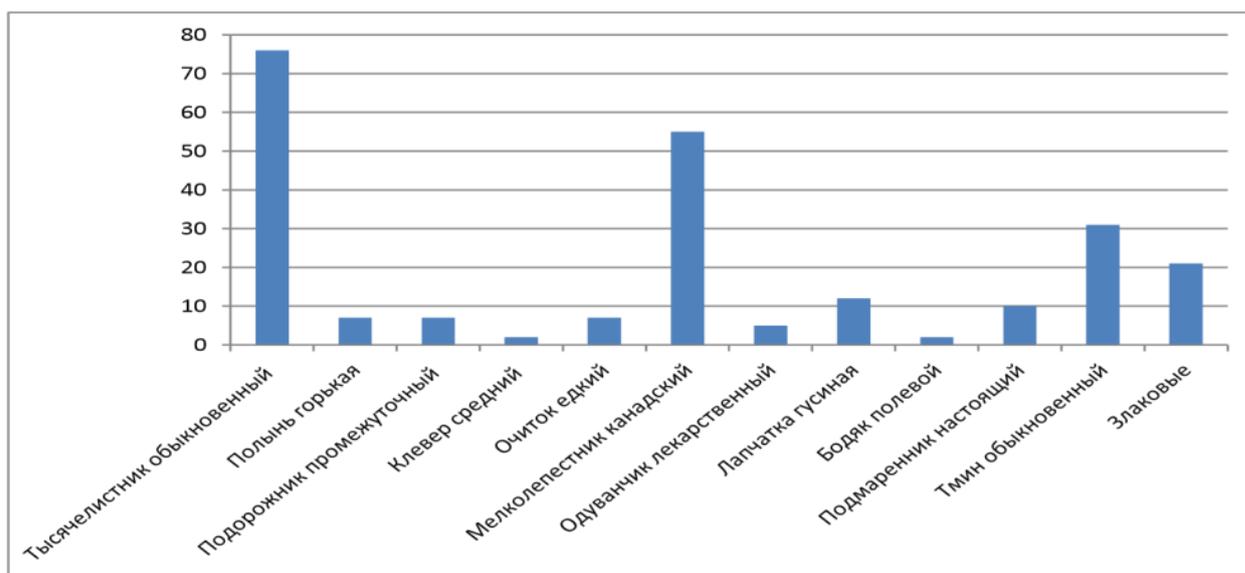


Рисунок 4.44 – Диаграмма встречаемости видов травянистых растений в средней части солнечного склона

Из 17 выявленных видов часто встречаются тысячелистник обыкновенный, клевер средний, тмин обыкновенный, одуванчик лекарственный (встречаемость

более 50 %). Сравнение видов на трех уровнях солнечного склона позволило выявить коэффициенты общности и сходства видов. Коэффициент Жаккара по первому и второму участку составил $K_j=0,39$, коэффициент сходства Чекановского-Сьеренсена: $K_S= 0,56$, а по второму и третьему участку соответственно $K_j=0,33$; $K_S= 0,50$. Коэффициенты общности и сходства видов между участками в присклоновом ТУМ солнечного склона и в долинной части склона составили $K_j=0,30$, $K_S=0,47$. Значения индекса Макинтоша по участкам распределились следующим образом: $\Delta'_{\text{верш}}=0,47$, $\Delta'_{\text{сер}}=0,59$, $\Delta'_{\text{дол}}=0,50$.

Отличия значений полученных коэффициентов подтверждают неоднородность растительных сообществ на разных участках и различия почвенно-климатических условий солнечного склона. Склон в Зеленодольском районе Республики Татарстан с координатами $55^{\circ}43'02''\text{СШ}$ $48^{\circ}36'38''\text{ВД}$ расположен на правом берегу р. Свияга, имеет световую экспозицию с уклоном 220, протяженностью 322 м, на расстоянии 132 м вниз по склону имеется уступ протяженностью 12 м.

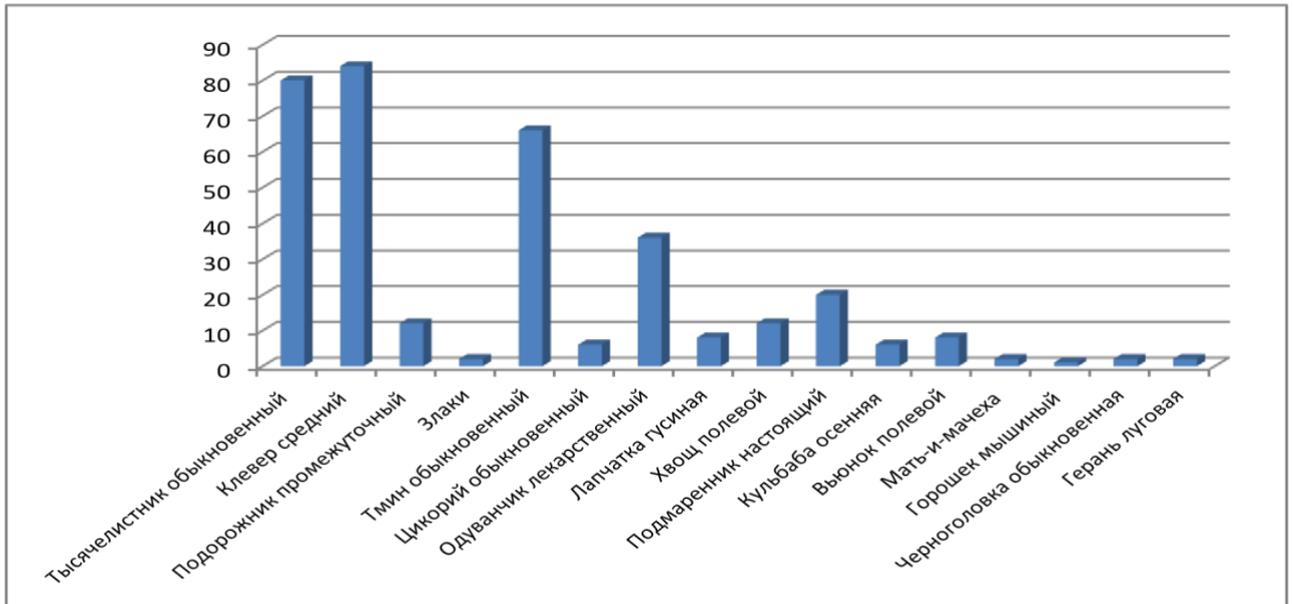


Рисунок 4.45 – Диаграмма встречаемости видов травянистых растений в долинной части солнечного склона

Почвы коричнево-бурые на элювиальных пермских глинах представлены горизонтами $A_0 -2 \text{ см} + A_1 -9 \text{ см} + B - 32 \text{ см} + C - 52 \text{ см}$ – на вершине склона, $A_d - 2$

см+A₁ –15 см+A₁ В–33 см– +B₁– 65 см+B₂–83 см+ C–100 см – в средней части и Ад –2 см+ A₁–18 см +B–45 см + C–60 см – в нижней части склона.

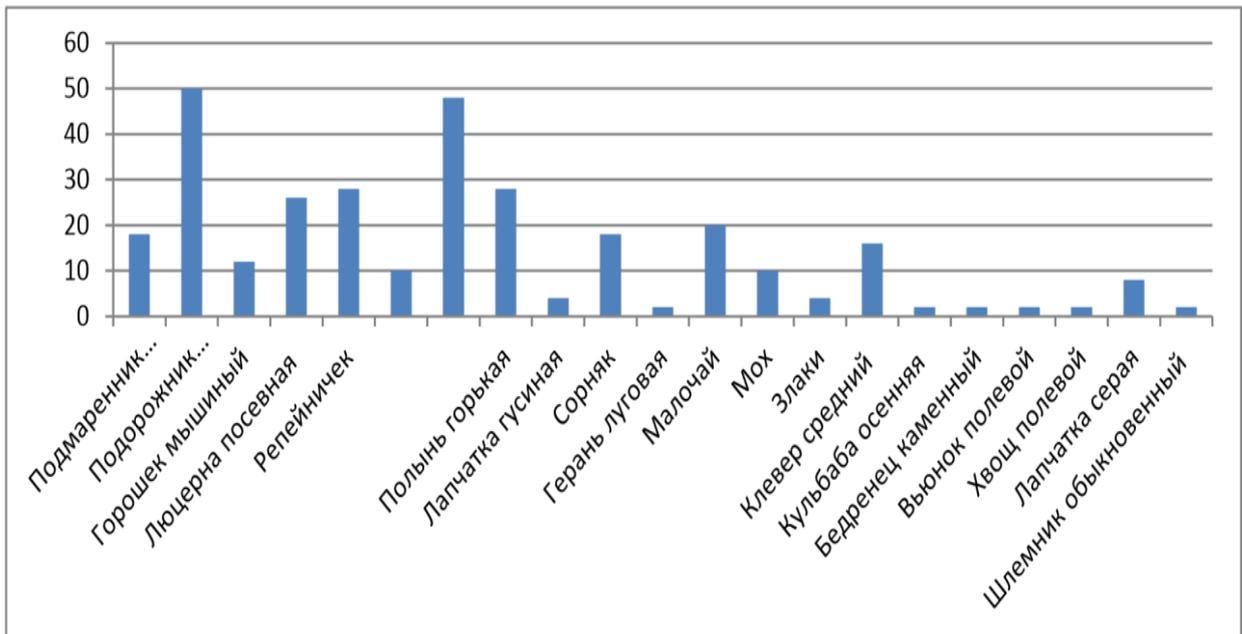


Рисунок 4.46 – Диаграмма встречаемости видов травянистых растений в долинной части солнечного склона

В низовом ТУМ склона почвы дерновые, тяжелосуглинистые оглеенные на элювиальных карбонатных пермских породах. Склон без видимых антропогенных воздействий, не подвергнут эрозии. Доминантами на разных участках склона выступают такие виды, как земляника лесная (*Fragaria vesca L.*), бедренец камнеломковый (*Pimpinella saxifraga L.*), лядвенец рогатый (*Lotus corniculatus L.*), репешок обыкновенный (*Agrimonia eupatoria L.*), тысячелистник обыкновенный (*Achillea millefolium E.Mey.*). Травянистый покров представлен следующими видами: астра звездчатая (*Aster amellus L.*), астрагал шерстистоцветковый (*Astragalus dasyanthus Pall.*), бедренец камнеломковый (*Pimpinella saxifraga L.*), василек синий (*Centaurea cyanus L.*), вейник наземный или волчий хвост (*Calamagrostis epigeios (L.) Roth*), вьюнок полевой (*Convolvulus arvensis L.*), гвоздика разноцветная, полевая (*Dfnanthus versicolor Ffsch.*), горошек мышиный (*Vicia cracca L.*), зверобой обыкновенный (*Hypericum perforatum L.*), звездчатка средняя (*Stellaria media V.*), земляника лесная

(*Fragaria vesca* L.), девясил высокий (*Inula helenifum* L.), донник лекарственный (*Melilotus officinalis* Desr.), икотник серый (*Berteroa incana* DC.), клевер средний (*Trifolium medium* L.), ковыль перистый (*Stipa pennata* L.), колокольчик сборный (*Campanula glomerata* L.), кульбаба осенняя (*Leontodon autumnalis* L.), лапчатка гусиная (*Potentilla anserina* L.), льнянка обыкновенная (*Linaria vulgaris* L.), лютик едкий (*Ranunculus acis* L.), лядвенец рогатый (*Lotus corniculatus* L.), мелколепестник канадский (*Eryngium canadense* L.), молочай болотный (*Euphorbia palustris* L.), одуванчик лекарственный (*Taraxacum officinale* Web. s.l.), подмаренник настоящий (*Galium verum* L. s.l.), подорожник промежуточный (*Plantago intermedia* DC.), полынь горькая (*Artemisia absinthium* L.), пустырник пятилопастный (*Leonurus quinquelobatus*), репешок обыкновенный (*Agrimonia eupatoria* L.), ромашка аптечная (*Matricaria chamomilla* L.), синеголовник плосколистный (*Eryngium planum* L.), тысячелистник обыкновенный (*Achillea millefolium* E.Mey), шлемник обыкновенный (*Scutellaria galericulata* L.), цикорий обыкновенный (*Cichorium intybus* L.), щавель конский (*Rumex crispus* L.), яснотка белая (*Lamium album* L.).

Анализ результатов вычислений встречаемости и общности видов в условиях склоновых систем солнечной экспозиции и географического положения показывает хорошее состояние фитоценоза. С учетом сложности расположения склона, в процессе исследований сравнивали разнообразие фитоценоза в присклоновом ТУМ, средней части на уступе, средней и нижней части низового ТУМ склона. Полученные результаты приведены в таблице 4.27.

Результаты изучения коэффициентов встречаемости, общности видов показывают, что в срединном ТУМ склона и на уступе встречаются более половины исследованных видов. В присклоновом и низовом ТУМ склона показатели встречаемости и общности вида ниже, виды встречаются в среднем на каждом четвертом участке при показателе сходства видов соответственно $K_j = 0,36$ в присклоновом ТУМ и $K_j = 0,43$ в долине склона.

Содоминантные виды в зависимости от условий произрастания меняются по трансекте: в присклоновом ТУМ склона к ним относятся икотник серый (*Berteroa incana* DC.), подмаренник настоящий (*Galium verum* L.s.l.), подорожник промежуточный (*Plantago intermedia* DC.), полынь горькая (*Artemisia absinthium* L.).

Таблица 4.27 – Встречаемость, общность видов и видовое разнообразие растений на склонах полярных экспозиции и крутизны

ТУМ	Экспозиции склона					
	Солнечная	Теневая	Солнечная	Теневая	Солнечная	Теневая
	я			я	я	ая
	Ks		Kj		D	
1	2	3	4	5	6	7
Присклоновый	0,23	0,24	0,36	0,28	0,73	0,7
Срединный, крутизна 8-15 ⁰	0,69	0,52	0,8	0,74	0,52	0,5
Срединный, крутизна 15-25 ⁰	0,55	0,58	0,7	0,66	0,49	0,5
Срединный, крутизна 25-35 ⁰	0,4	0,43	0,57	0,59	0,44	0,4
Низовой	0,21	0,25	0,43	0,47	0,42	0,43

В срединном ТУМ склона численность содоминантных видов увеличивается и представлены видами: гвоздика разноцветная, полевая (*Dianthus versicolor* Ffsch.), колокольчик сборный (*Campanula glomerata* L.), одуванчик лекарственный (*Taraxacum officinale* Web. S.l.), подмаренник настоящий (*Galium verum* L. S.l.), подорожник промежуточный (*Plantago intermedia* DC.). Остальные виды отнесены к случайно или временно преобладающим видам. В низовом ТУМ склона доминанты представлены пятью видами: лядвенец рогатый (*Lotus orniculatus* L.), мелколепестник канадский (*Eryngium canadensis* L.), репешок обыкновенный (*Agrimonia eupatoria* L.), тысячелистник обыкновенный (*Achillea millefolium* E.Mey), вейник наземный, или волчий хвост (*Calamagrostis epigeios* (L.) Roth).

Пробные площади с координатами 54⁰37'15" СШ и 48⁰12'21" ВД. в районе д. Кашинка Цильнинского района Ульяновской области были заложены на склоне теневой экспозиции, протяженность 143 м. В присклоновом ТУМ склона

созданы искусственные насаждения сосны обыкновенной, представлен полого-наклонным правым выпуклым коренным склоном долины реки Свияги, постепенным плавным переходом к водораздельному плато. Выпуклая пологая часть склона протяженностью 38 метров имеет уклон 17° , участок водораздельного плато – до 30° . Почвы светло-серые лесные, представлены горизонтами $A_d-2\text{ см}+A_1-15\text{ см}+A_1\text{ В}-28\text{ см}+B_1-55\text{ см}+B_2-80\text{ см}+B_3-100\text{ см}$. На склоне встречаются следующие виды травянистой растительности: будра плющевидная (*Glechoma hederacea* L.), вейник наземный, или волчий хвост (*Calamagrostis epigeios* (L.) Roth), вьюн полевой (*Convolvulus arvensis* L.), зверобой продырявленный (*Hypericum perforatum* L.), герань луговая (*Geranium pratense* L.), горошек мышиный (*Vicia cracca* L.), земляника лесная (*Fragaria vesca* L.), клевер ползучий (*Trifolium repens* L.), лапчатка гусиная (*Potentilla anserina* L.), подмаренник настоящий (*Galium verum* L.), полынь горькая (*Artemisia absinthium* L.), репешок обыкновенный (*Agrimonia eupatoria* L.), тысячелистник обыкновенный (*Achillea millefolium* E.Mey), фиалка трехцветная (*Viola tricolor* L.), чина луговая (*Lathyrus pratensis* L.), шалфей луговой (*Salvia pratensis* L.). Доминантами на всех исследованных участках выступают ассоциации вейника наземного, или волчий хвост (*Calamagrostis epigeios* (L.)), земляники лесной (*Fragaria vesca* L.), содоминанты – подмаренник настоящий (*Galium verum* L.), полынь горькая (*Artemisia sinthium* L.). Коэффициенты общности видов по индексу Жаккара между участками соответственно составили $K_{j_{1-2}}=0,29$, $K_{j_{2-3}}=0,67$, а коэффициенты сходства видов $K_{s_{1-2}}=0,45$, $K_{s_{2-3}}=0,4$. Сравнение флористического состава склоновых земель по трем географическим регионам позволило выявить общие виды: вьюнок полевой (*Convolvulus arvensis* L.), горошек мышиный (*Vicia cracca* L.), зверобой продырявленный (*Hypericum perforatum* L.), земляника лесная (*Fragaria vesca* L.), клевер средний (*Trifolium medium* L.) лапчатка гусиная (*Potentilla anserina* L.), подмаренник настоящий (*Galium verum* L. S.l.), полынь горькая (*Artemisia absinthium* L.) (Таблица 4.28).

Результаты описания флористического состава склонов в разных почвенно-климатических подрайонах показали, что от общего количества описанных растений 10 % произрастают во всех районах, что подтверждает неоднородность условий среды обитания растений на склонах.

С целью изучения видового разнообразия травянистых растений на разных высотах теневого склона нами была описана растительность в Приволжском почвенно-климатическом подрайоне (д. Кочино, Мариинско-Посадский район Чувашской Республики). Крутизна склона – 35°. Далее проводится анализ роли форм мезорельефа, экспозиции и морфологии склонов в перераспределении температуры на поверхности и характер распределения растительности на высотных уровнях участков склона. Анализ рельефа изученных территорий показал, что большая часть представлена ровными и пологими участками поверхности (уклон менее 10°). Площадь участков с уклоном, превышающим 10°, составила 5,3% рассмотренной территории, в основном это эродированные склоны долины р. Большой Цивиль, Сура.

Таблица 4.28 – Сходство и встречаемость видов растений на склонах разных ТУМ

Флористический состав солнечного склона в Центральном подрайоне (Аликовский район Чувашской Республики)	Флористический состав теневого склона в Приволжском подрайоне (Зеленодольский район Республики Татарстан)	Флористический состав солнечного склона в Кубня-Булинском подрайоне (Цильнинский район Ульяновской обл)
–	Астра звездчатая (<i>Aster amellus L.</i>)	–
–	Астрагал шерстистоцветковый (<i>Astragalus dasyanthus Pall.</i>)	–
–	–	Будра плющевидная (<i>Glechoma hederacea L.</i>)
Бодяк полевой (<i>Cirsium arvense (L.) Scop.</i>)	–	–
–	Бедренец камнеломковый (<i>Pimpinella sachifraga L.</i>)	–
–	Василексиний (<i>Centaurea cyanus L.</i>)	–
–	Вейник наземный, или волчий хвост (<i>Calamagrostis epigeios (L.) Roth.</i>)	Вейник наземный, или волчий хвост (<i>Calamagrostis epigeios (L.) Roth.</i>)

Продолжение таблицы 4.28		
Флористический состав солнечного склона в Центральном подрайоне (Аликовский район Чувашской Республики)	Флористический состав теневого склона в Приволжском подрайоне (Зеленодольский район Республики Татарстан)	Флористический состав солнечного склона в Кубня-Булинском подрайоне (Цильнинский район Ульяновской области)
Вьюнок полевой (<i>Convolvulus arvensis</i> L.)	Вьюнокполевой (<i>Convolvulus Arvensis</i> L.)	Вьюнок полевой (<i>Convolvulus arvensis</i> L.)
Герань луговая (<i>Geranium pratense</i> L.)	–	Герань луговая (<i>Geranium Pratense</i> L.)
–	Гвоздика разноцветная полевая (<i>Dfanthus versicolor</i> Ffsch.)	–
Горошек мышиный (<i>Vicia cracca</i> L.)	Горошек мышиный (<i>Vicia cracca</i> L.)	Горошек мышиный (<i>Vicia cracca</i> L.)
Звездчатка дубравная (<i>Stellaria nemorum</i> L.)	–	–
–	Звездчатка средняя (<i>Stellaria media</i> V.)	–
Зверобой продырявленный (<i>Hypericum perforatum</i> L.)	Зверобой продырявленный (<i>Hypericum perforatum</i> L.)	Зверобой продырявленный (<i>Hypericum perforatum</i> L.)
Земляника лесная (<i>Fragaria vesca</i> L.)	Земляника лесная (<i>Fragaria vesca</i> L.)	Земляника лесная (<i>Fragaria vesca</i> L.)
–	Донник лекарственный (<i>Melilotus Officinalis</i> Desr.)	–
–	Икотник серый, икотная трава (<i>Berteroa incana</i> DC.	–
Клевер средний (<i>Trifolium medium</i> L.)	Клевер средний (<i>Trifolium medium</i> L.)	Клевер средний (<i>Trifolium medium</i> L.)
–	Ковыль перистый (<i>Stipa pennata</i> L)	–
–	Колокольчик сборный (<i>Campanula glomerata</i> L.)	–
Кульбаба осенняя (<i>Leontodon autumnnalis</i> L.)	Кульбаба осенняя (<i>Leontodon autumnnalis</i> L.)	–
Лапчатка гусиная (<i>Potentilla anserina</i> L.)	Лапчатка гусиная (<i>Potentilla anserina</i> L.)	Лапчатка гусиная (<i>Potentilla anserina</i> L.)
–	Льнянка обыкновенная (<i>Linaria vulgaris</i> L.)	–
–	Лютик едкий (<i>Ranunculus aceг</i> L.)	–
–	Лядвенец рогатый (<i>Lotus corniculatus</i> L.)	–
Люцерна посевная (<i>Medicago sativa</i> L.)	–	–
Мелколепестник канадский (<i>Erfgeron canadensis</i> L.)	Мелколепестник канадский (<i>Erfgeron canadensis</i> L.)	–

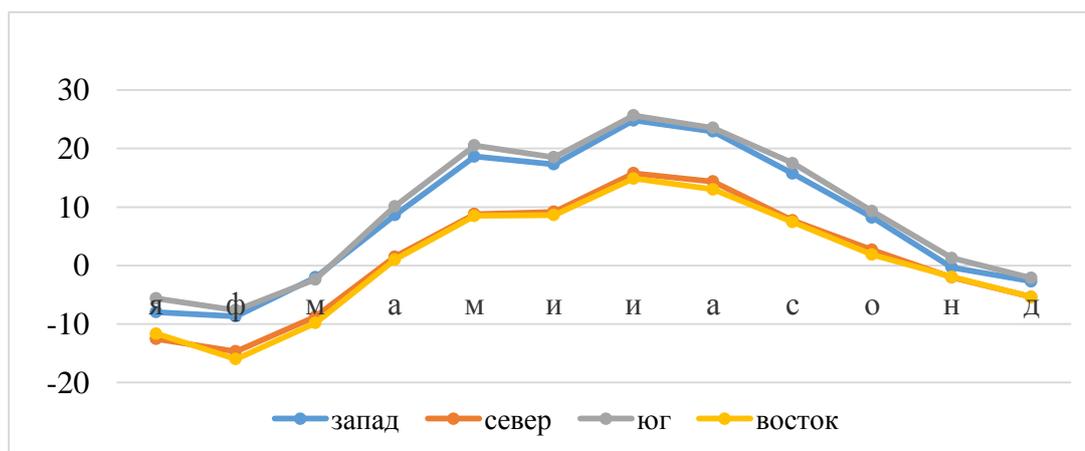
Продолжение таблицы 4.28		
Флористический состав солнечного склона в Центральном подрайоне (Аликовский район Чувашской Республики)	Флористический состав теневого склона в Приволжском подрайоне (Зеленодольский район Республики Татарстан)	Флористический состав солнечного склона в Кубня-Булинском подрайоне (Цильнинский район Ульяновской области)
–	Молочай болотный (<i>Euphorbia palustris</i> L.)	–
Мать-и-мачеха (<i>Tussilago farfara</i> L.)	–	–
Одуванчик лекарственный (<i>Taraxacum officinale</i> Web. s.l.).	Одуванчик лекарственный (<i>Taraxacum officinale</i> Web. s.l.)	–
Подмаренник настоящий (<i>Galium verum</i> L. s.l.)	Подмаренник настоящий (<i>Galium verum</i> L. s.l.)	Подмаренник настоящий (<i>Galium verum</i> L. s.l.)
Подорожник промежуточный (<i>Plantago intermedia</i> DC.)	Подорожник промежуточный (<i>Plantago intermedia</i> DC.)	–
Полынь горькая (<i>Artemisia absinthium</i> L.).	Полынь горькая (<i>Artemisia absinthium</i> L.).	Полынь горькая (<i>Artemisia absinthium</i> L.).
–	Репешок обыкновенный (<i>Agrimonia eupatoria</i> L.)	Репешок обыкновенный (<i>Agrimonia eupatoria</i> L.)
–	Ромашка аптечная (<i>Matricaria chamomilla</i> L.)	–
–	Пустырник пятилопастный (волосистый) (<i>Leonurus quinquelobatus</i>)	–
Осока волосистая (<i>Carex pilosa</i> Scop.)	–	–
–	Синеголовник плосколистный (<i>Eryngium planum</i> L.)	–
Очиток едкий (<i>Sedum acre</i> L.)	–	–
Сныть обыкновенная (<i>Aegopodium podagraria</i> L.)	–	–
Тмин обыкновенный (<i>Carum carvi</i> L.)	–	–
Тысячелистник обыкновенный (<i>Achillea millefolium</i> E.Mey.).	Тысячелистник обыкновенный (<i>Achillea millefolium</i> E.Mey.).	–
Черноголовка обыкновенная (<i>Prunella vulgaris</i> L.).	–	–
–	Шлемник обыкновенный (<i>Scutellaria galericulata</i> L.)	–

Продолжение таблицы 4.28		
Флористический состав солнечного склона в Центральном подрайоне (Аликовский район Чувашской Республики)	Флористический состав теневого склона в Приволжском подрайоне (Зеленодольский район Республики Татарстан)	Флористический состав солнечного склона в Кубня-Булинском подрайоне (Цильнинский район Ульяновской области)
Цикорий обыкновенный (<i>Cichorium inthybus L.</i>)	Цикорий обыкновенный (<i>Cichorium inthybus L.</i>)	–
–	Щавель конский (<i>Rumex confertus W.</i>)	–
–	Яснотка белая (<i>Lamium album L.</i>)	–
Хвощ полевой (<i>Equisetum Arvense L.</i>)	–	–
Чертополох поникающий (<i>Carduus uncinatus Bieb.</i>)	–	–
Всего 26 видов	Всего 32 вида	Всего 12 видов

Характерной особенностью территории является доминирование в группе склоновых земель поверхностей с крутизной 15° – 20° (48,4%) и 15° – 20° (23,5%). Небольшую площадь (менее 3,3%) занимают поверхности с уклоном выше 30° в основном правобережье р. Волга. Наибольшая площадь изученных территорий представлены склонами южной, юго-западной и юго-восточной и северными экспозициями, восточной и западной экспозиции представлены – 12, 4 % площадей. Климатические условия исследованных территорий характеризуется следующими особенностями (Рисунок 4.47). Тепловой режим, обеспечивающий рост и развитие растений, определяется величиной температуры внутри растительного покрова (Рисунок 4.48 и 4.49).

Отзывчивость растений к изменениям температуры окружающей среды определяется условиями местообитания конкретного вида растений и их устойчивостью к резким колебаниям температуры. В процессе изучения многолетних растений на склонах полярных экспозиций отмечаются растения, которые выдерживают широкий диапазон изменения температурного фактора, а

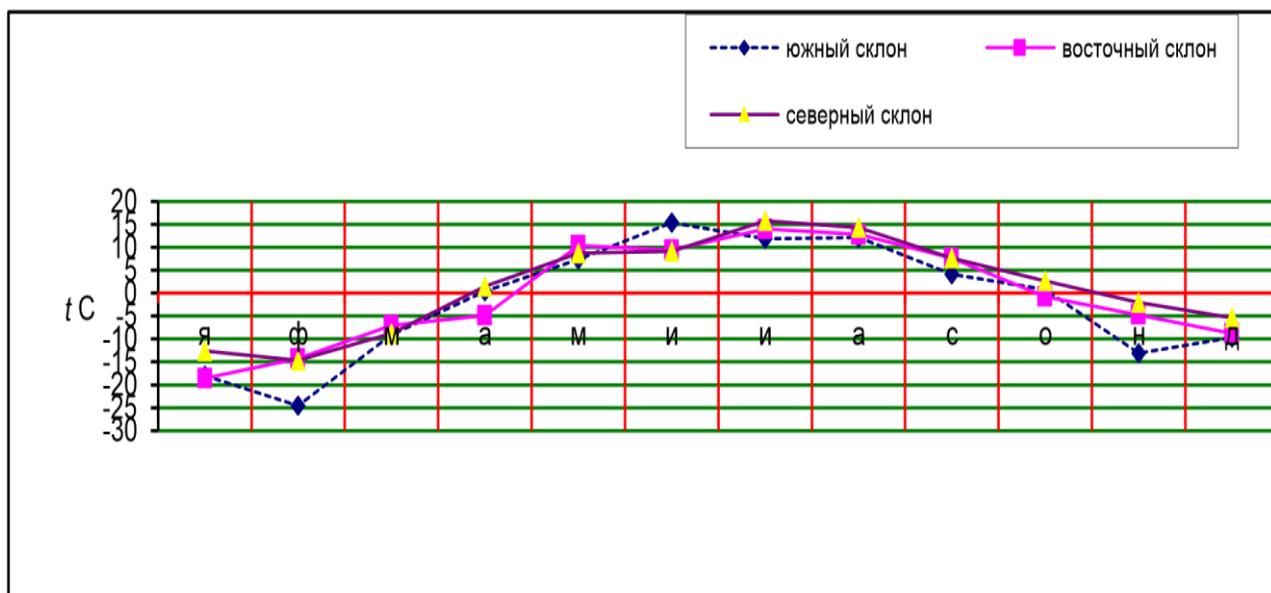
также виды, которые встречаются только в условиях незначительного колебания температуры.



*я- январь, ф- февраль, м- март, а- апрель, м- май, и-июнь, и- июль, а-август, с- сентябрь, о- октябрь, н- ноябрь, д- декабрь

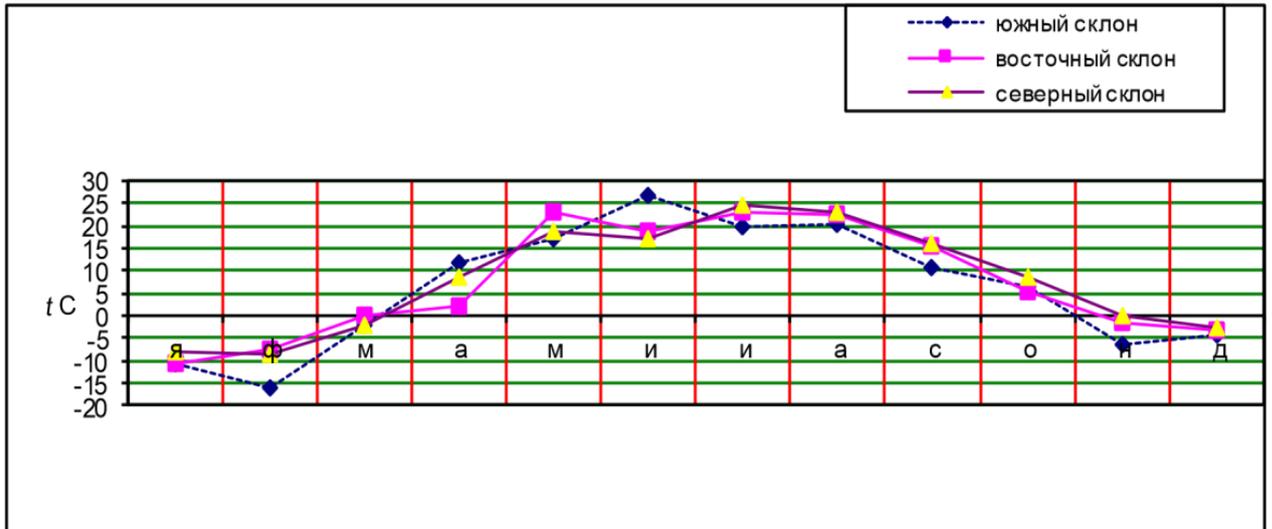
Рисунок 4.47 – График годового хода среднемесячной амплитуды температуры воздуха на склонах по месяцам (Приволжский лесомелиоративный подрайон)

Стенотермные растения в основном приурочены к северным склонам, эвритермные встречаются на склонах южной экспозиции и в нижней части склонов других экспозиций.



*я- январь, ф- февраль, м- март, а- апрель, м- май, и- июнь, и- июль, а- август, с- сентябрь, о- октябрь, н- ноябрь, д- декабрь

Рисунок 4.48 – График годового хода среднемесячной минимальной температуры почвы по месяцам на полярных склонах (Чебоксары)



*я- январь, ф- февраль, м- март, а- апрель, м- май, и- июнь, и- июль, а- август, с- сентябрь, о- октябрь, н- ноябрь, д- декабрь

Рисунок 4.49 – График годового хода среднемесячной максимальной температуры почвы по месяцам на полярных склонах (Чебоксары)

Активность роста и развития растений наблюдается в пределах температурного интервала от 5 до 35°C. Многие растения на склонах солнечной экспозиции при температуре более 40°C прекращают рост и формируют верхушечные почки на 5–7 дней раньше растений других экспозиций. Этим объясняется различие видового состава и характер проективного покрытия растений разных экспозиций.

Согласно проведенным исследованиям, группы растений, относящихся к жизненным формам фанерофиты и хамефиты, которые составляют до 2,4 % от общего количества видов, произрастают на склонах юго-западной и юго-восточной экспозиции (*Rosa canina* L.; *Cytisus ruthenicus* Fisch. ex Woloszez и др.). Необходимо отметить, что на склоне южной экспозиции из названных растений встречалась только *Rosa canina* L. в нижнем ярусе. Из хамефитов на склонах теневых и южных экспозиций склонов наиболее распространен полукустарничек *Thymus serpyllum* L. Господствующее положение в фитоценозе склонов занимают гемикриптофиты – 50–61%, то есть практически более половины видового состава флоры изучаемого фитоценоза в большинстве двудольные растения, принадлежащие семействам Asteraceae, Poaceae, Rosaceae,

Fabaceae: (*Artemisia vulgaris* L., *Achillea millefolia* L., *Filago arvensis* L., *Potentilla anserina* L., *Spirea salicifolia* L., *Taraxacum officinale* Wigg. и др.). В основном они занимают склоны северной, северо-восточной и северо-западной экспозиции и нижние части полярно ориентированных склонов.

В фитоценозе склонов криптофиты составляют 12–14 %. Это корневищные, клубнестеблевые, клубнекорневые, луковичные и геофиты с почками на корнях. Они представлены такими видами: *Elytrigia repens* L., *Asparagus officinalis* L., *Ficaria verna* Huds и др. Необходимо отметить, что криптофиты включают большое количество видов растений ранневесенней и весенней флоры, которые являются характерными для верхних зон склонов. Ещё одна жизненная форма (сокращенно по Раункиеру) – терофиты. Это однолетние растения ранневесенней, весенней и летней флоры склонов, занимают 6–8% территории. Они имеют короткий период вегетации – всего несколько недель, отличаются незначительным ростом. К наступлению засушливого периода уже заканчивают цикл своего развития и переживают недостаток влаги в форме плодов и семян. К терофитам, произрастающим на солнечных склонах, относятся: *Filago arvensis* L. (Жабник полевой), *Erigeron canadensis* L. (Мелколепестник канадский).

Отличительной чертой склоновых земель является изрезанность ее территории балками и оврагами. В этом плане экспозиции склонов балки как местообитание растений имеют большое значение для прохождения жизненного цикла, начиная со сроков его весенней вегетации. Особенно сильно отличается микроклимат склонов солнечной и теневой экспозиций. Зависит это, прежде всего, от неодинакового распределения на склонах солнечной радиации. Склоны солнечной экспозиции получают обычно больше света и тепла, чем теневые. Следовательно, температура почвы и приземного слоя воздуха находятся в зависимости от интенсивности солнечной радиации на склонах полярных экспозиций. Почва на солнечных склонах весной быстрее прогревается, но затем сильнее пересыхает, а влажность воздуха снижается. Различия климатических

факторов, а именно: освещенность, влажность и температура воздуха и почвы на солнечных и теневых склонах балок должны оказывать влияние на биоэкоморфологическую структуру растений, состав флоры, характер растительности, прохождение жизненного цикла.

В ходе исследований нами было отмечено, что особенности микроклимата на склонах балок солнечных экспозиций, наложили отпечаток на биоэкоморфологическую структуру растений. Здесь у растений раньше наблюдалось начало вегетации, наступление очередных фенологических фаз, чем на теневых склонах. На склонах солнечных экспозиций доминирующей биоэкоморфой являются растения ксерофиты – группы склерофиты: *Festuca sulcata* Nym. *Filago arvensis* L., *Galium verum* L., *Polygonum aviculare* L. и др. Эти растения по-разному приспособились к перенесению неблагоприятных для вегетации, роста и развития условий, в частности, недостатку влаги и высоким температурам при весенней и летней почвенной и атмосферной засухе. Многие злаки: *Festuca sulcata* Nym. *Festuca pratensis* Huds. *Dactylis glomerata* L. и другие имеют поверхностную, сильно разветвленную корневую систему, которая способна поглощать воду из верхних горизонтов почвы и перехватывать ее в момент выпадения атмосферных осадков, не давая воде проникнуть в более глубокие горизонты почвы. Кроме этого у некоторых растений часто образуется узкие листовые пластинки, которые во время засухи свертываются в трубочку, при этом устьица оказываются внутри такой трубочки, но не закрытыми, а остаются открытыми. Транспирация при этом полностью не прекращается, а уменьшается, предотвращая перегрев надземных органов растения. Кроме этого при открытых устьицах не прекращается поступление внутрь растения углекислого газа, необходимого для фотосинтеза, и кислорода, необходимого для дыхания. Поэтому такие типичные ксерофиты, как *Festuca sulcata* Nym, *Festuca pratensis* Huds и другие, имея своеобразные приспособления к длительному существованию в условиях засухи, могут осуществлять свои физиолого–биохимические и ростовые процессы, произрастая не только в

среднем, но и в более жестком верхнем ярусе склона балки солнечной экспозиции. У ксерофитов из других семейств, например, *Astragalus dasyantus* Pall. (Fabaceae), *Filago arvensis* L. (Asteraceae) имеются иные особенности для снижения транспирации в период дефицита влаги. Эти растения имеют опушение: волосисто-пушистое с длинными волосками на стебле, листьях и даже венчике цветка у *Astragalus dasyantus* Pall. и серовато– войлочное – у *Filago arvensis* L. Особенности биоэкоморфологической структуры *Filago arvensis* L. дают ему возможность для нормального прохождения физиолого-биохимических процессов роста и развития при более жестких условиях водного и температурного режимов на склонах солнечной экспозиции. В верхних ярусах солнечных склонов *Filago arvensis* L. оказался более конкурентоспособным и стал растением-доминантой.

Необходимо отметить, что экспозиция склона оказывает влияние на архитектуру некоторых растений, на их габитус. Так, на склонах солнечных экспозиций растения *Astragalus dasyantus* Pall были более приземистыми и приобретали форму развалистого куста. В то же время растения этого же вида на теневых склонах имели форму полуразвалистого куста более прямостоячую потому, что их листья на концах были загнуты кверху, что придавало такому растению форму чаши. Кроме названного вида на сурских склонах встречаются астрагал песчаный, на остепненных склонах близ села Батырево – бороздчатый астрагал, по южным склонам, по всей республике – солодколистный астрагал. Исследования также показали, что на верхних участках склонов теневых экспозиций у изучаемых ксерофитных растений увеличивался рост, удлинялся период вегетации. Очевидно, это связано с более благоприятным температурным и особенно водным режимами, создающимися на склонах балок теневых экспозиций, так как для ксерофита борьба за воду часто является в то же время борьбой за жизнь. На склонах теневой экспозиции кроме ксерофильных растений в срединных и особенно в низовом ТУМ произрастали мезофильные,

такие как *Bromopsis inermis* (Leys) Holub, *Elytrigia repens* (L) Nevski, *Achillea millefolium* L., *Trifolium repens* L. и др.

4.8 Интенсивность трансформации органического вещества и закономерности распределения растений по склонам

Растительность является основным компонентом экосистемы и обеспечивает жизненно важными ресурсами как животных и микроорганизмы, так и сами растения. Известны факты участия живых организмов в процессе почвообразования и повышения их продуктивности путем изменения структуры почвы [331, 332, 358, 359].

Разнообразие травянистой растительности на склоновых землях формирует в почве густую сеть многочисленных корней, которые в основном расположены в верхней части почвы и способствуют повышению устойчивости склонов [236]. Биомасса корневой системы, как правило, значительно превышает наземную часть растений. Наземная часть травянистой растительности скашивается или поедается животными. В образовании органического вещества в почве большую роль играет корневая система растений. В верхней, корнеобитаемой части постепенно формируется гумусовый горизонт с продуктами гумификации. При этом надо отметить, что скорость образования гумуса в почве на склонах зависит от экологических условий и от типа травянистых формаций [14, 15, 186, 202, 211, 215, 243, 247, 263, 279, 317, 318, 319]. Поэтому на склоновых землях разной крутизны и направленности и в разных географических условиях под травянистой растительностью образуются различные почвы. При изучении массы корневой системы травянистой растительности на склоновых землях нами был использован способ рамочной выемки почвы, получивший широкое распространение при проведении полевых опытов. На пробном участке, выбранном для взятия монолита, накладывали деревянную рамку с выверенными размерами 30,3x30,1 см, что составляет

учетную площадь 0,1 м². Для придания устойчивости углы рамки прикрепляли к почве большими металлическими шпильками. На площади подсчитывали общее число растений, измеряли их массу. Всю надземную часть растений срезали на уровне почвы, пробу использовали для определения надземной массы. Затем всю поверхность пробной площадки вычищали от остатков растительности, закладывали в отдельные мешочки и учитывали при определении общей биомассы наземной части растений. С помощью острого ножа вырезали монолит размером 10x10x10 см внутри рамки и металлическим совком почвенную массу переносили в специальные льняные мешочки. Поочередно вынимали слои 10–20, 20–30 и 30–40 см, складывали их в отдельные мешки, доставляли к месту отмывки корней. Основная масса корней (70–80%) у травянистых растений на склонах разной экспозиции находится в почвенных горизонтах на глубине от 20 см, образуя густое сплетение корней, а на поверхности почвы – дернину. В процессе изучения особенностей корневой системы на склоновых землях было отмечено, что корневые системы значительно менее разнообразны по сравнению с надземными органами. Это объясняется однородностью среды их формирования. В то же время нужно констатировать, что в зависимости от места положения растений и экспозиции склона корневая система некоторых растений видоизменяется. Данная зависимость так же прослеживается в горизонтальном и вертикальном распределении массы корней по склону. Масса корней, их распределение по склону меняется под влиянием температуры и влажности почвы. При этом нужно отметить, что оптимальная температура для роста корневых систем несколько ниже по сравнению с ростом надземных органов того же растения. Значительное влияние на формирование корневых систем оказывает влажность почвы. Корни распределяются в почве в зависимости от степени увлажнения. Формирование корневой системы происходит в первые годы жизни. В основном корневая система сосредоточена в зоне увлажнения[321]. Особенностью некоторых растений из группы однолетних криптофитов является то, что они формируют поверхностную корневую

систему. Корневая система, располагаясь близко к поверхности, перехватывает атмосферные осадки или покрывает недостаток влаги за счет конденсации пара в утренние и ночные часы. На солнечных склонах наблюдается соседство растений с глубокой и мелкой корневой системой. Первые обеспечивают себя влагой за счет глубоких слоев почвы, вторые – за счет усвоения выпадающих осадков.

Для повышения устойчивости склоновых систем с крутизной свыше 15° часто используют технологию залужения с применением многолетних трав. Формирование в короткие сроки устойчивого травяного покрова, надежно защищающего склоны от эрозионных разрушений, возможно только в результате применения трав, которые отличаются большой долговечностью, неприхотливостью к почвенно-грунтовым условиям, достаточно быстрым развитием, мощной корневой системой. Корни трав на склонах растут вертикально к поверхности. Многолетние исследования позволяют сделать вывод, что 60–80 % корней по массе размещается на глубине гумусового горизонта (20–40 см). Проникая в грунт, корни трав скрепляют песчаные, пылеватые и глинистые частицы грунта и создают монолитную массу, лучше противостоящую смыву, чем обнаженные неукрепленные грунты. Корни улучшают структуру почв, накапливают органическое вещество, чем создают на склонах более благоприятные условия для дальнейшего развития и возобновления травяного покрова. В отличие от многолетних однолетние травы, отмирая полностью, разлагаются аэробными бактериями на простые минеральные соединения и не образуют в почве органических веществ. Недостаток почвенной влаги и высокая температура являются двумя ключевыми факторами, которые сдерживают рост и развитие растений в склоновых землях экзогенного типа. При этом дефицит воды и высокая температура часто воздействуют на растения одновременно, но их воздействие, как правило, исследуются отдельно. И в том и в другом случае растения испытывают определенную стрессовую ситуацию, и результатом стресса является

определенная реакция растений, связанная с увеличением корневой массы или отмиранием надземной части растений. В работах А.Б. Бегенова [68], Л.С. Берг [69], Н.М. Мухитдинова [211] по изучению массы корней многолетних трав отмечается, что масса 59–63 % корней многолетних растений располагалась в верхнем горизонте почвы 0–20 см и постепенно снижалась с глубиной.

Результаты наших исследований показывают, что основная масса корней многолетних трав на склонах солнечной экспозиции располагается в горизонтах от 10 до 30 см. В верхнем горизонте почвы (0–10 см) содержится от 12 до 17 % корней многолетних растений независимо от места расположения растения по склону. Масса корней зависит от типа почв. В темно-серых лесных почвах масса корней в верхнем слое почвенного горизонта составляет от 20 до 23 %, что на семь процентов выше, чем в светло-серых почвах. Данные, приведенные в таблице 4.29, показывают, что масса корневой системы многолетних травянистых растений на склонах разная в зависимости от расстояния по склону.

Более продуктивная масса корней на расстоянии 24–36 метров вниз по склону. Снижение массы корней на отметках 48–60 метров связано с особенностями микрорельефа. По данным исследований нами составлена модель распределения растений по массе корневой системы в слое почвы 0–10 см на крутых склонах (Рисунок 4.50).

Особенностью склонов солнечной экспозиции является накопление корневой массы не в верхних слоях почвы, как это наблюдается в контрольных точках, а в более низких слоях по профилю почвы. В слое почвы 10–20 см масса корневой системы многолетних трав увеличивается и составляет в пределах 30–40 процентов от общей массы, что показывает приспособляемость растений к дефициту влаги и избыточной температуре в жаркие полуденные часы в летнее время (Рисунок 4.51).

Таблица 4.29 – Масса сухих корней многолетних трав на склонах

Глубина почв, см	Масса сухих корней (ц/га)							
	Протяженность склона, м							
	12	24	36	48	60	72	84	Среднее значение
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Светло-серые почвы (склон солнечной экспозиции)								
0–10	12,2	16,0	17,0	9,7	11,3	13,4	10,3	12,84
10–20	20,2	35,6	37,3	18,5	29,8	30,9	26,4	28,39
20–30	35,2	41,8	42,9	29,3	30,4	34,8	34,0	35,49
Всего	67,6	93,4	97,23	57,5	71,5	79,1	70,70	76,72
Темно-серые почвы (склон теневой экспозиции)								
0–10	18,6	23,0	24,5	16,4	18,7	20,4	18,6	20,03
10–20	30,5	40,6	45,7	23,6	34,8	37,4	35,0	35,37
20–30	32,4	47,5	47,9	29,4	40,9	42,7	37,8	39,8
Всего	81,5	111,1	118,1	73,0	94,4	100,5	91,4	95,2

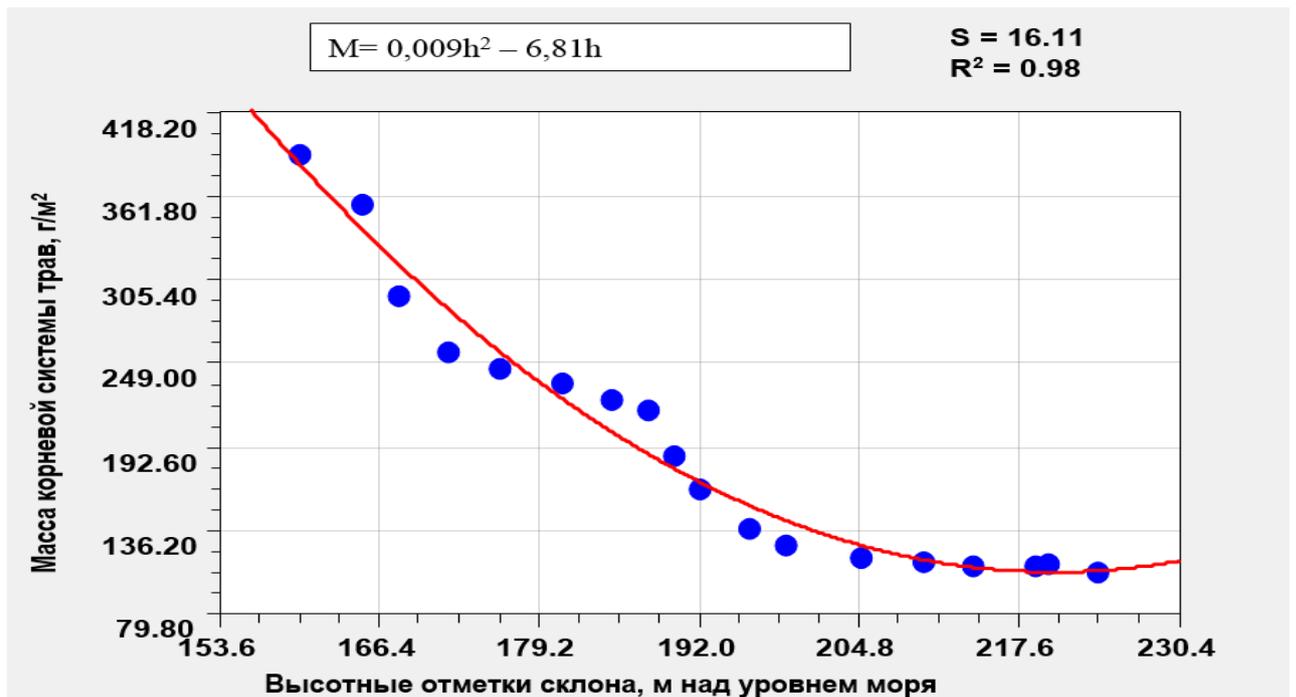


Рисунок 4.50 – Изменения массы корневой системы трав в зависимости от высотного положения на вогнутом теневом склоне

В горизонте почвы 20–30 см сосредоточены от 40–50 процентов корневой массы. Изменение массы корневой системы по створам профильной трансекты на светло и темно-серых почвах солнечной экспозиции в горизонте 0–40 см в

принятой системе координат выражается квадратичной функцией. Коэффициент детерминации $R^2 = 0,89$ показывает, что на 89 % масса корневой системы зависит от высотного положения растения на склоне.

Анализ полученных моделей показывает, что конструкция уравнений остается неизменной, кроме того, что меняются коэффициенты. Данный факт подтверждает, что действительно существует общая закономерность зависимости массы корней от места расположения растения по склону.

На склоновых землях отмечается неоднородность, пятнистость, мозаичность травостоя, что указывает на преобладание одних видов растений над другими.

Динамику продуктивности травяного покрова по склону изучали путем сушки скошенной травы до воздушно-сухой массы, начиная от бровки до основания склона через каждые 12 метров на пробных площадях с координатами $56^{\circ} 01' 12''$ СШ и $46^{\circ} 45' 41''$ ВД (Таблица 4.30).

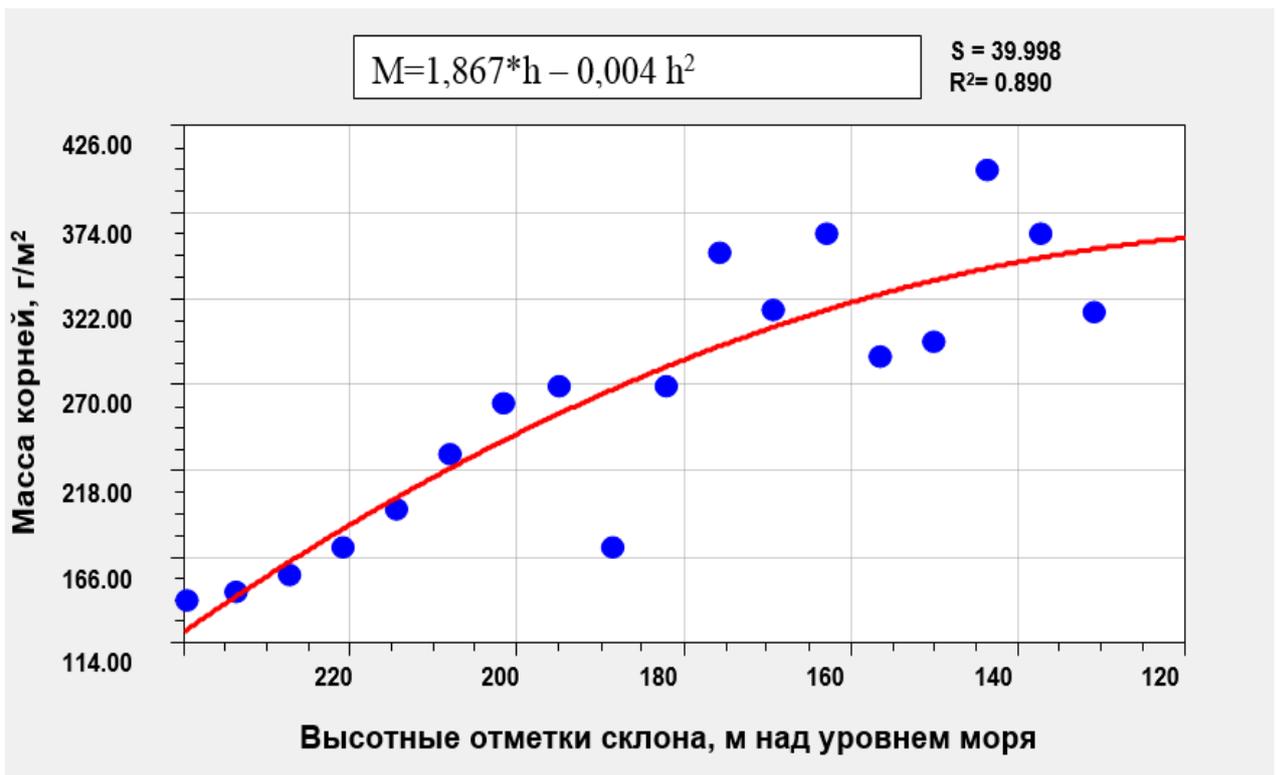


Рисунок 4.51 – Изменения массы корневой системы трав в зависимости от высотного положения на выпуклом тневом склоне

Таблица 4.30 – Масса сухой травы на пробных площадях склона солнечной экспозиции

№ пробы	Расстояние вниз по склону, м	Масса сухой травы, г/м ²	Виды растений
1	2	3	4
1	1	140	клевер, тысячелистник, подорожник
2	12	145	цикорий, клевер луговой
3	24	155	тысячелистник, клевер, подмаренник, хвощ
4	36	172	одуванчик, полынь, черноголовник
5	48	195	клевер луговой, тысячелистник
6	60	229	одуванчик, клевер, тысячелистник
7	72	259	тысячелистник, одуванчик, клевер
8	84	269	кульбаба, лютики, одуванчик, вьюнок
9	96	172	подорожник, тысячелистник, мелколепестник
10	108	269	тысячелистник, пырей ползучий
11	120	350	подорожник, подмаренник, ежа
12	132	315	подмаренник, мелколепестник
13	144	361	тысячелистник, манжетка
14	156	287	тысячелистник, одуванчик, манжетка
15	168	296	полынь, одуванчик, мать-и-мачеха
16	180	400	лютики, одуванчик, ромашка
17	192	361	мать-и-мачеха, клевер, полынь
18	204	314	полынь, одуванчик, ландыш, копытень

Аналогичные измерения проводили и на остальных профильных трансектах (Таблица 4.31). Предположим, что масса травы на разных участках склона зависит от высотного положения участка и от того, на каком расстоянии от бровки склона он находится. Выразим эту зависимость формулой:

$$M_{TP} = a + b_1x_1 + b_2x_2 + \dots + b_px_p, \quad (4.9)$$

Результаты дисперсионного анализа и множественной регрессии показали, что критерий Фишера $F(3,14) = 19,2$ превышает табличное значение ($p=0,0003$) (Приложение К, М).

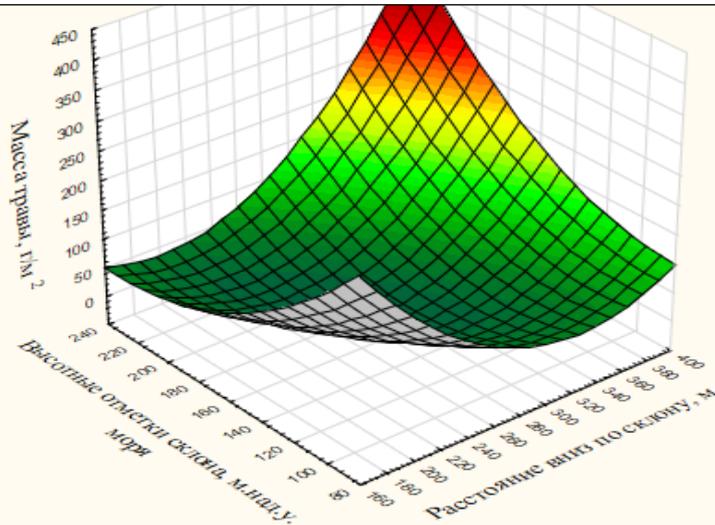
Таблица 4.31 – Результаты измерений динамики сушки проб травы

Номер пробной площадки	Расстояние L , м	Высота над уровнем моря H , м	Масса пробы трав, м, г			
			Сырой	Воздушно-сухой	Сухой	Влаги (расчет)
1	2	3	4	5	6	7
1- профильная трансекта (теневого склон, крутизна 19°)						
1	15	214	320	92	84,35	235,65
2	30	201	370	128	113,98	256,02
3	45	192	145	65	57,53	87,47
4	85	232	229	79	60,98	168,02
5	100	207	458	136	132,26	325,74
6	115	125	619	149	144,22	474,78
2- профильная трансекта (теневого склон, крутизна 26°)						
7	15	199	249	95	87,63	161,37
8	30	189	193	69	60,81	132,19
9	45	206	170	65	59,43	110,57
10	85	98	387	165	161,82	225,18
11	100	189	340	109	93,63	246,37
12	115	220	317	88	82,05	234,95
3- профильная трансекта (солнечный склон, крутизна 17°)						
13	15	186	289	85	88,23	200,77
14	30	200	165	61	62,52	102,48
15	45	214	139,5	56	57,43	82,07
16	85	199	299,8	110	112,77	187,03
17	100	223	271,2	79	83,01	188,19
18	115	224	214	97	101,51	112,49
4 -профильная трансекта (солнечный склон, крутизна 32°)						
19	15	146	204	112	96	108
20	30	180	195	92	82	113
21	45	184	172	89	73	99
22	85	189	190	85	74	116
23	100	203	187	55	46	141
24	115	214	160	59	42	118

На рисунке 4.52 (а и б) приведены диаграммы, построенная в 3D-формате, наглядно показывающая зависимость массы проб сырой травы от расстояния по профилю склона, а также от высоты расположения пробной площадки

относительно уровня моря. На диаграмме наглядно просматривается зависимость массы сырой травы от высоты расположения пробной площадки.

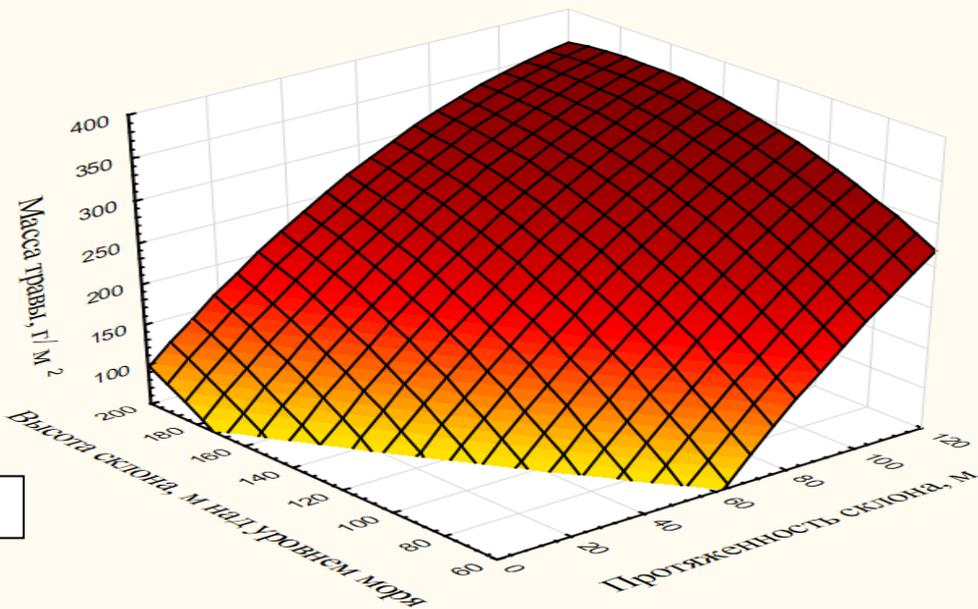
$$M_{гр} = 47,12 + 2,265x - 43,99z + 0,0001x^2 - 0,0019xz + 0,1012z^2$$



А

$$M_{гр} = 122 \cdot x - 96,1y + 0,25x^2 + 0,44xy + 0,15y^2$$

$$R^2 = 0,44$$



Б

Рисунок 4.52 – Зависимость массы травы по профильным трансектам от высоты площадки и протяженности склона (А – солнечный склон, Б – теневой склон)

Снижение массы травы на пробных площадях, расположенных в присклоновом ТУМ склона, объясняется именно экологическими факторами

почвы – это нехватка питательных веществ в почве, высокие температуры в летнее время, низкие температуры и дефицит влаги. Также из диаграмм четко прослеживается разница между общей массой травы со склонов полярных экспозиций. Наблюдается снижение массы травы при повышении высоты расположения участка. Аналогичную картину можно наблюдать на других створах. На склонах теневых экспозиций общая масса травы больше, чем на солнечных склонах.

По всем пробным площадям четко прослеживается зависимость массы травы от расстояния по склону: чем ниже пробная площадь по склону, тем масса травы больше. В низинном ТУМ склона формируется более благоприятный экотоп в результате выноса почвенных частиц, большей влагообеспеченности. Высокая адекватность моделей по коэффициентам детерминации $R^2 = 0,76$ для солнечного склона и $R^2 = 0,44$ для теневого склона позволяет сделать вывод, что исследования зависимости массы сырой травы от места сбора материала по высоте весьма научно обоснованы. Данная зависимость сохраняется и по сухой массе травы. Масса сухой травы снижается по мере увеличения высоты пробной площади. Значительное влияние оказывает влагообеспеченность. Чем ниже пробная площадь расположена по склону, тем больше влаги и питательных веществ поступает в траву и выше ее урожайность по сену. Установление особенностей пространственного изменения массы надземной части растений в зависимости от элементов рельефа делает возможным прогнозировать агроэкологические условия отдельных участков склона. Сложнее получить точные сведения ежегодного поступления органического вещества в почву из подземных органов растений, чем от биомассы надземных частей. Это связано с трудностями измерения биомассы корней в полевых условиях. Следовательно, при проведении исследований многие пренебрегают определением накопления органического вещества в почве корневой массой. Большинство полевых исследований по изучению массы корневой системы многолетних растений проводились в агроценозах [61, 69, 70, 118, 181, 205, 211, 250, 275, 277, 282, 320,

350]. Для выяснения особенностей роста подземной и надземной частей растений нами проведены исследования по выявлению закономерностей соотношений надземной и подземной части многолетних трав на склонах. Основная цель наших исследований заключалась в выявлении процессов накопления биомассы корней и надземной части многолетних растений на склонах. Для этого замерялись в течение двух вегетационных периодов на пробных площадях масса надземной части и корневой системы в горизонте 0–45 см. Если массу надземных органов многолетних трав обозначить условно буквой N, а подземной части – R, то значения коэффициента N/R меняются в пределах от 1,0 до 1,7 (Таблица 4.32).

Таблица 4.32 – Соотношение массы надземной и подземной частей травяного покрова на склонах разной экспозиции и крутизны

Высотная отметка по склону, м, н. у.м.	Масса надземной (N) и подземной части (R) многолетних трав ($\text{г}/\text{м}^2$) и их соотношение											
	Солнечный склон, крутизна 32°			Теневой склон, крутизна 21°			Теневой склон, крутизна 35°			Солнечный склон, крутизна 18°		
	N	R	N/R	N	R	N/R	N	R	N/R	N	R	N/R
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	12
160	390	360	1,08	880	867	1,01	585	565	1,04	606	598	1,02
165	356	344	1,03	860	834	1,03	524	513	1,02	564	544	1,04
168	295	287	1,03	815	801	1,02	446	431	1,03	480	469	1,02
172	257	243	1,06	756	744	1,02	396	378	1,05	467	453	1,03
176	246	235	1,05	689	673	1,02	375	353	1,06	348	336	1,04
181	236	224	1,05	558	544	1,03	286	254	1,13	285	275	1,04
185	225	218	1,03	480	475	1,01	274	255	1,07	245	234	1,05
188	218	206	1,06	420	412	1,02	247	232	1,06	228	209	1,09
190	187	186	1,01	398	390	1,02	228	201	1,13	200	179	1,12
192	165	164	1,01	366	354	1,03	224	204	1,10	186	177	1,05
196	138	133	1,04	298	287	1,04	226	189	1,2	184	168	1,1
199	126	123	1,02	269	253	1,06	223	176	1,27	178	165	1,08
205	118	112	1,05	256	248	1,03	225	178	1,26	176	163	1,08
210	116	109	1,06	240	227	1,06	218	168	1,3	156	144	1,08
214	112	105	1,07	237	221	1,07	208	189	1,1	148	145	1,02
219	113	106	1,07	230	223	1,03	207	178	1,16	146	134	1,09
220	114	108	1,06	228	212	1,08	210	175	1,2	146	132	1,11
224	108	104	1,04	225	214	1,05	204	176	1,16	144	128	1,13

Анализируя данные таблицы 4.33, можно констатировать, что масса надземной части травянистых растений на всех склонах независимо от экспозиции склона увеличивается по мере снижения высоты и в зависимости от направления склона меняется в пределах от 750 г на солнечном склоне до 1747 г на 1 м² на теневом склоне. Наибольшее значение массы корней и надземной части наблюдается в нижней части склонов. На склонах солнечной и теневой экспозиций масса надземной части в долине на 28 % больше, чем в присклоновом ТУМ склона. Масса корней и надземной части зависит от крутизны склона. На крутых склонах масса надземной и подземной части ниже по сравнению с пологими склонами. Существенной разницы отношений надземной и подземной части растений (N/R) по склонам разной экспозиции и по высоте расположения пробной площадки нет. Характеризуя условия местообитания многолетних растений, нужно отметить, что на характер развития растений значительное влияние оказывает элемент рельефа и особые агроэкологические условия экотона, такие как влажность почвы, избыточное количество тепла, отсутствие длительного промывания почвенного профиля и содержание питательных веществ [188, 213, 214]. Можно выделить отдельные микрзоны, которые отличаются формой рельефа и соответственно почвенно-климатическими условиями. Присклоновые ТУМ в основном имеют выпуклый рельеф, характеризуются энергичным смывом почв. Данная зона отличается от других участков максимальным уровнем солнечной радиации и воздействием ветра, вследствие чего значительная часть участка иссушена. В средней части склона рельеф постепенно выполаживается, интенсивность выноса минеральных частиц почвы снижается и постепенно формируется аккумулятивный слой. Этим и объясняется разнообразие в массе подземной и надземной части многолетних трав на склоновых землях. При оценке пригодности склоновых земель для создания защитных лесных насаждений важное место занимает вопрос о роли органического вещества в обеспечении оптимальных физических условий почвы

В работах [173, 203, 290, 291, 297, 312, 321, 325, 348, 360] очень подробно описана роль органического вещества в формировании структуры почвы. Отсутствие или снижение органического вещества вызывает ухудшение структуры почв. Результаты исследований А.А. Шинкарёва, Е. Б. Перепёлкина [299] показали, что тонкодисперсные частицы (менее 50 мкм в диаметре) составляют более 80 % почвенной массы минеральных почв и заключают в себе 85–100 % всего их органического вещества. Это, главным образом, микроагрегаты, которые служат основой для формирования структурных единиц более высоких порядков. В частицах пылеватых фракций (1–50 мкм) создаются условия для образования хорошо сформированных зрелых гумусовых веществ, так как они являются наиболее благоприятной средой обитания для почвенных микроорганизмов и накопления продуктов их жизнедеятельности. Сопоставляя содержание и качество органического вещества чернозёма типичного мощного на целине и на старой (более 200 лет) пашне на полях среднего и высокого уровня плодородия с его структурным состоянием, обнаружили, что уменьшение содержания гумуса с 7,6 до 5,3–5,7 % привело к значительной потере фульвокислот (почти в 2 раза) и детрита (в 2–3 раза). Хотя гумусовый профиль чернозёма на старой пашне оставался гуматным, изменение гумусового состояния отразилось на структурном составе почвы: в 2–4 раза увеличилось содержание глыбистой фракции (>10 мм), значительно снизилось содержание агрономически ценной фракции (10–0,25 мм), на 21–53 % уменьшилось содержание водопрочных агрегатов (>0,25 мм). Органическое вещество и его качественный состав является ведущим показателем устойчивости суглинистых почв при деградации структуры и сложения под влиянием уплотняющего механического воздействия. Серые лесные суглинистые почвы относительно устойчивы к деградации физических свойств при содержании органических веществ на уровне 2,0–3,0 % и детрита в его составе на уровне 0,5–1,2 %, а подзолистые тяжелосуглинистые и легкоглинистые относительно устойчивы к деградации физических свойств при содержании органического вещества 2,5–3,5 % и

детрита – 0,7–1 %. При уменьшении содержания органического вещества до 2,1 % и детрита в его составе до 0,4 % устойчивость дерново-подзолистых суглинистых почв к деградации физических свойств резко падает. Падение устойчивости чернозёмов, выщелоченных и дерново-подзолистых тяжелосуглинистых и легкоглинистых почв и деградация физических свойств наблюдается при содержании в них органического вещества до 2,2 % и детрита до 0,4 %. Важным показателем с точки зрения пригодности склоновых земель для создания защитных лесных насаждений являются водопрочные агрегаты, количество которых в большей степени определяется содержанием органического вещества [47, 291, 304, 306, 348, 360]. Водопрочность структурных фракций почвы возрастает по мере уменьшения размеров фракции и частиц почвы. В работе Е.В. Милановского отмечается, что водоустойчивость почвенных агрегатов обусловлена снижением расклинивающего давления водных пленок внутри них за счет гидрофобизации поверхности минеральных частиц почвы гидрофобными компонентами гумусовых веществ [202].

В работах Б.П. Ахтырцева [55, 56], И.М. Гаджиева [105], Н.Ф. Ганжара [107], А.Н. Каштанова [153] отмечена корреляционная связь между содержанием в почве гумуса и наличием водопрочных агрегатов. Удаление органического компонента почвы ведёт к немедленному разрушению водостойких агрегатов [163, 164, 218, 236, 243, 260, 334]. При высоком содержании органического вещества влагоемкость почвы растет и соответственно почва увеличивается в объеме. Удерживать влагу органическое вещество может в количестве, равном двадцатикратному его весу [62]. Органическое вещество влияет на скорость инфильтрации, на общее количество воды в почве, а также на испарение с ее поверхности. Испарение воды из почвы зависит от ее температуры, которая частично регулируется истинным органическим веществом почвы и микрометеорологическими процессами на её поверхности. Содержание коллоидального органического вещества в почве также влияет на степень удержания воды. Показатель водопрочности растёт с увеличением коллоидного

органического вещества. Отсутствие в верхнем слое почвы негумифицированного вещества и низкое содержание гумуса является причиной снижения водопроницаемости почв. С деградацией структурного состояния почв при плоскостном смыве с поверхности склонов уменьшается содержание органического вещества и изменяется его качество в связи с постоянным уплотнением почвы [93, 99, 103, 124, 127, 136, 138, 140]. По С.С. Бракину [81], оптимальным структурным состоянием черноземов почвы в горизонте A_1 целинной некосимой степи считается содержание до 13 % агрегатов фракцией более 1,0 мм и около 80 % агрегатов фракции 1,0–0,25 мм по сухому просеиванию. В подпахотном горизонте A_1 пашни (до 30 см) средняя плотность составляет 1,0–1,1 г/см³. При увеличении доли глыбистой фракции до 27–46 % и уменьшении доли агрономически ценной фракции до 50–67 % средняя плотность почвы возрастала до 1,2–1,3 г/см³. Исследования П.С. Лапина [182] показали отрицательную связь между плотностью почвы и содержанием в ней гумуса (коэффициент корреляции 0,63). Данное противоречие не позволяет сделать определенные выводы о взаимосвязи показателей плотности почвы и содержания глыбистой фракции. Но положительное влияние органического вещества почвы на её структурное состояние определяет такие основные параметры, как характер агрегирования, водопрочность почвенных частиц, движение воды в почве, передача тепла, аэрация, плотность и порозность. Они играют роль в формировании технологических свойств почвы, что в конечном итоге обеспечивает то или иное физическое состояние почвенного блока. Вышесказанное свидетельствует о существенной роли органического вещества в обеспечении оптимальных физических условий почвы, что является гарантом нормального функционирования живых организмов, непрерывной продуктивности экосистемы и устойчивости её в целом. Экспериментальную работу по изучению трансформации органического вещества на склоновых землях проводили в 2008–2011 гг. на постоянных пробных площадях,

заложённых на склонах разной экспозиции (Таблица 4.33). Почвы опытного участка серые лесные, глееватая, среднесуглинистые.

Таблица 4.33 – Содержание органического вещества в слоях почвы на склонах разной экспозиции

Расстояние вниз по склону, м	Высота над уровнем моря, м	1-й год		2-й год		3-й год		4-й год	
		0–10	10–20	0–10	10–20	0–10	10–20	0–10	10–20
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Солнечный склон, крутизна 12°									
10	72,8	1,12	1,18	1,08	1,06	1,07	1,05	1,06	1,03
20	71,8	1,23	1,22	1,18	1,14	1,16	1,13	1,16	1,12
30	70,2	1,26	1,21	1,24	1,18	1,22	1,15	1,17	1,13
40	69,0	1,45	1,37	1,42	1,28	1,39	1,24	1,37	1,22
50	68,2	2,41	2,39	2,40	2,34	2,39	2,32	2,37	2,31
60	67,8	2,52	2,43	2,56	2,41	2,53	2,38	2,47	2,39
70	67,4	2,66	2,59	2,65	2,56	2,59	2,41	2,81	2,70
Теневой склон, крутизна 18°									
10	72,8	2,12	2,11	2,07	2,02	2,06	2,03	2,07	2,04
20	71,8	2,23	2,20	2,17	2,16	2,17	2,10	2,15	2,11
30	70,2	2,26	2,21	2,23	2,19	2,23	2,13	2,18	2,12
40	69,0	2,45	2,38	2,42	2,25	2,38	2,22	2,37	2,20
50	68,2	2,57	2,56	2,61	2,58	2,64	2,59	2,65	2,60
60	67,8	2,65	2,58	2,63	2,54	2,57	2,42	2,82	2,69
70	67,4	2,84	2,77	2,68	2,60	2,67	2,65	2,76	2,72
Теневой склон, крутизна 27°									
10	72,8	1,85	1,83	1,82	1,79	1,81	1,77	1,79	1,74
20	71,8	1,87	1,84	1,85	1,83	1,82	1,76	1,78	1,73
30	70,2	1,89	1,87	1,86	1,84	1,83	1,79	1,82	1,76
40	69,0	1,94	1,90	1,91	1,87	1,88	1,78	1,86	1,77
50	68,2	2,24	2,21	2,20	2,15	2,14	2,11	2,12	2,11
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
60	67,8	2,54	2,48	2,49	2,46	2,46	2,41	2,43	2,39
70	67,4	2,79	2,68	2,63	2,54	2,63	2,62	2,78	2,70

В годы исследований почва горизонта 0–20 в среднем содержала 1,74 % гумуса на солнечных склонах, 2,38% и 2,09 % – на теневых склонах с крутизной 180 и 270 соответственно. Анализ таблицы 4.34 показывает, что содержание

органического вещества в почве зависит от расстояния вниз по склону и высоты над уровнем моря. На всех участках наблюдается аккумуляция органического вещества в нижней части склона и выявляется закономерность зависимости снижения органической массы по годам, что объясняется выносом почвы с верхней части вниз по склону. Для выяснения пригодности экологических систем склонов и прогнозирования изменений агроэкологических условий почвы используются показатели накопления мертвых растительных остатков и их трансформации [247, 249, 259, 283, 291]. Накопление органической массы растительных остатков и скорость разложения органического вещества могут служить критерием, определяющим устойчивость склонов и позволяющим определить качественные и количественные показатели малого биологического круговорота [59, 236, 259, 284, 349]. В некоторых исследованиях для характеристики процессов трансформации органического вещества используют показатели опадно-подстилочного коэффициента (ОПК), который определяется отношением массы подстилки к величине наземного опада [59, 236, 279]. Данный коэффициент является показателем работы растительного вещества по устойчивому функционированию экосистемы. На склонах теневых экспозиций общая масса подстилки и опада травы в 1,2 раза больше, чем на склонах солнечных экспозиции (Рисунок 4.53 и 4.54). По всем пробным площадкам четко прослеживается зависимость массы подстилки и опада травы от расстояния по склону. Чем ниже пробная площадь по склону, тем масса травы больше по сравнению с верхними участками, что подтверждает более благоприятные условия произрастания растений. При оценке экологических условий склоновых земель по показателю опадно-подстилочного коэффициента в данной работе использовали вариант расчета по работе [236], так как он позволяет сравнивать имеющиеся данные по запасам подстилки и величине наземного опада в разных экотопах.

В основе проведенных исследований лежат данные по запасам подстилки и величине наземного опада в 10 пунктах, расположенных в различных лесомелиоративных районах. Период, за который происходит разложение растительных остатков, зависит в первую очередь от массы и состава опада. Как отмечается в работе [59], интенсивность разложения растительных остатков (от 34 до 1,5) характерна для ареала широколиственных лесов с запасами подстилки 151 ц/га и зоны лесостепей с запасами подстилки 121 ц/га.

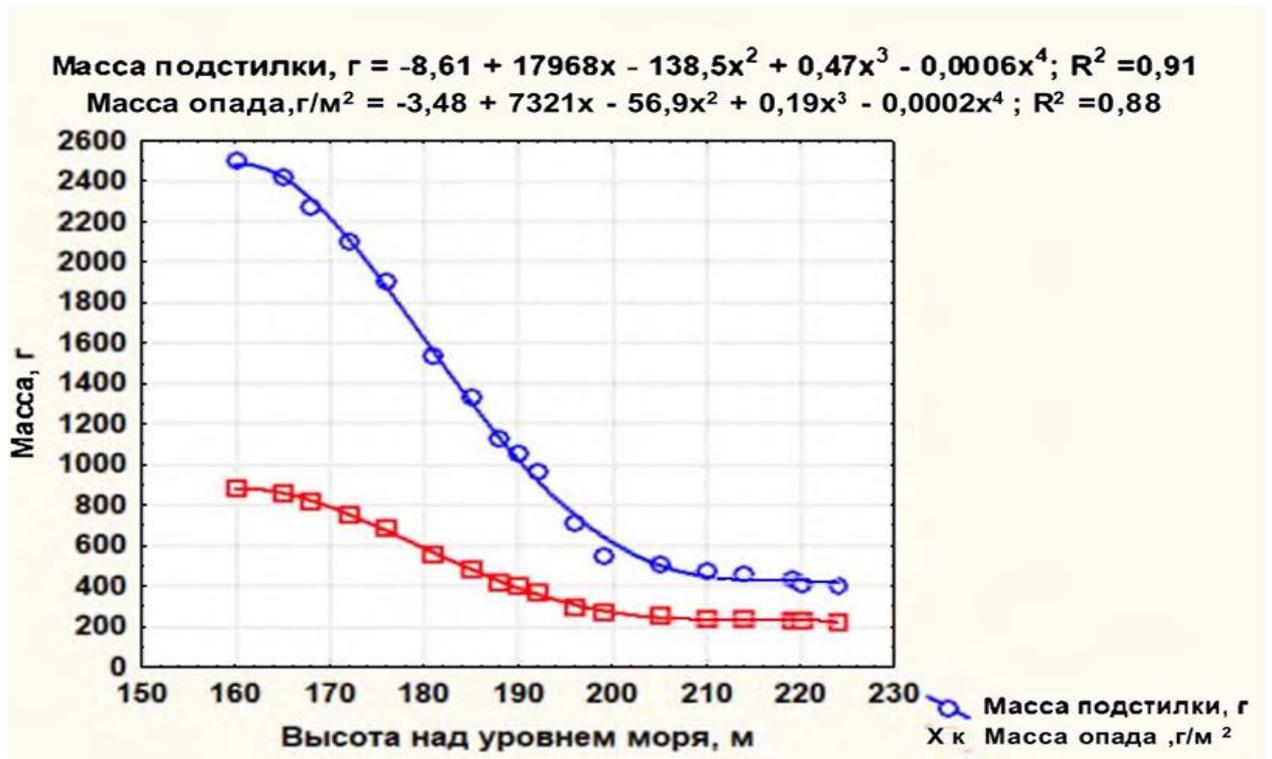


Рисунок 4.53 – Зависимости массы подстилки и естественного опада по профильным трансектам от высоты склона – теневой склон крутизной 27° (Центральный подрайон)

В работе [236] приведена шкала, характеризующая ОПК и оценку устойчивости экосистем. Каждый балл приведенной шкалы имеет определенные количественные значения подстильно-опадного коэффициента и запасов подстилки в основных экосистемах суши. На основе этой шкалы можно определить степень накопления в почве органических веществ и дифференцировать участки склонов на отдельные зоны. Основой гипотезы возможного использования данного коэффициента явились различия условий

существования растительных организмов по склонам разной экспозиции и на разных высотных отметках, как это было указано в предыдущих главах. Ориентироваться на показатели коэффициентов по работе Н.В. Поповой для склоновых земель методически неверно. Поэтому нами была разработана шкала оценки пригодности склоновых земель для создания защитных лесных насаждений по показателю ОПК. В данной работе ОПК определялся с целью установления процессов накопления органического вещества на склонах разных экспозиций и крутизны.

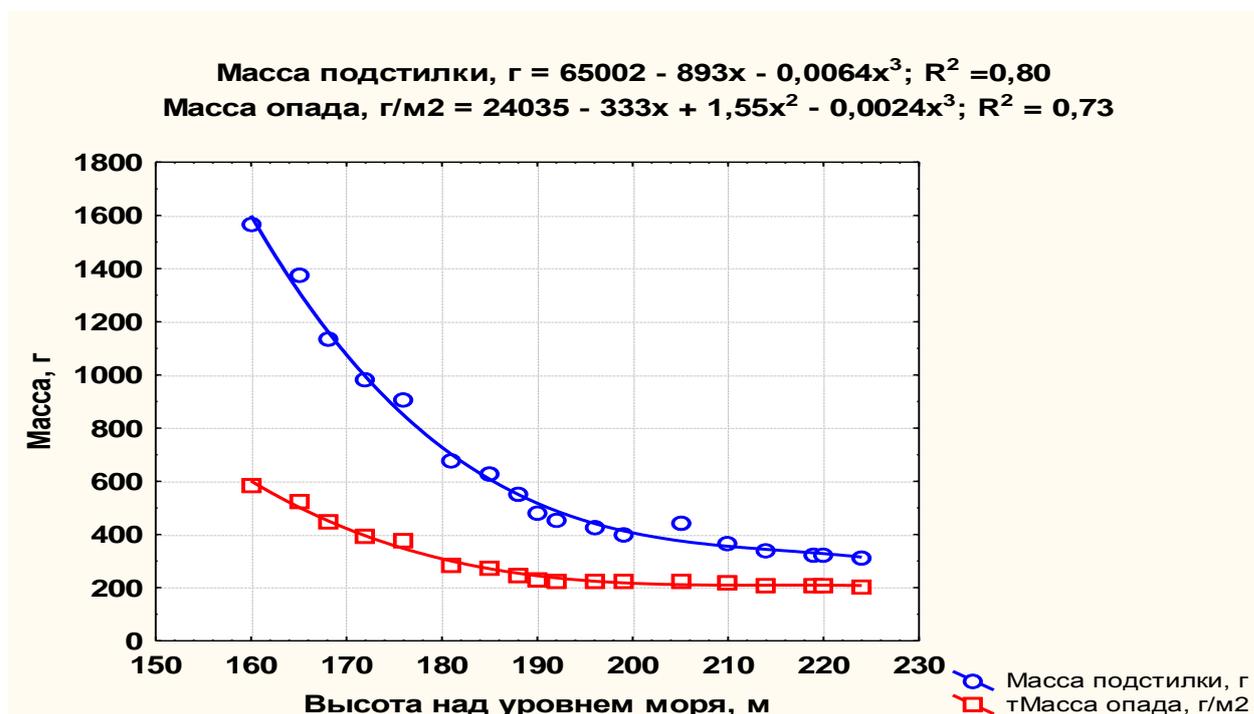


Рисунок 4.54 – Зависимости массы подстилки и естественного опада по профильным трансектам от высоты склона – солнечной склон, крутизна 24° (Кубня-Булинский подрайон)

Изучены склоновые системы, занятые фитоценозом из травянистых одно- и многолетних растений. В соответствии с поставленной целью были решены следующие задачи:

- проведена оценка степени трансформации органического вещества на разных участках склона в зависимости от климатических показателей и мощности растительного покрова;

- определены величины подстилочно-опадного коэффициента на разных участках склона;

–разработана математическая модель накопления органического вещества и установлена математическая зависимость коэффициента ПОК от условий формирования органической массы.

Неоднородность подстилки по разным высотным отметкам и экспозиции склоновых земель объясняется в основном морфологией склона. В пределах изученных экологических систем склонов можно условно выделять микроучастки, которые характеризуются неоднородным сложением травостоя (Таблица 4.34).

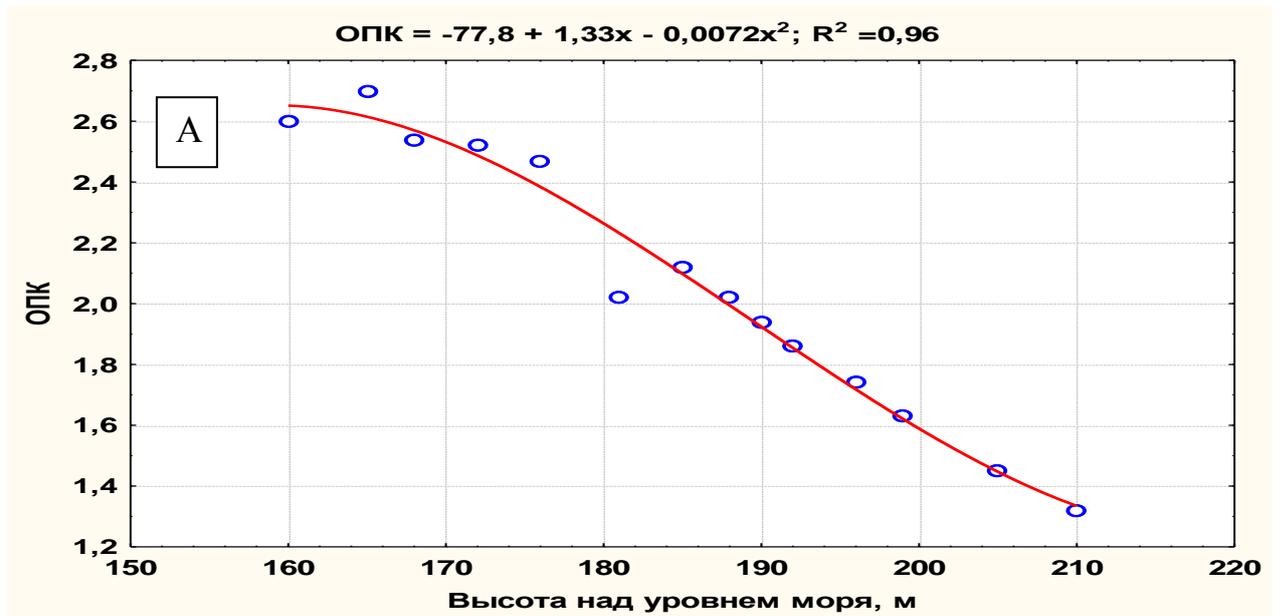
Таблица 4.34 – Значения опадно-подстилочного коэффициента по высотным отметкам и экспозиции склона

Высотная отметка по склону, м,н,у,м,	Масса подстилки ($M_{п}$) и величина наземного опада ($M_{н,о}$) ($г/м^2$) и значение ОПК											
	Солнечной склон, крутизна 15-35°			Теневой склон, крутизна 8-15°			Солнечный склон, крутизна 8-15°			Теневой склон, крутизна 15-35°		
	$M_{п}$	$M_{н,о}$	ОПК	$M_{п}$	$M_{н,о}$	ОПК	$M_{п}$	$M_{н,о}$	ОПК	$M_{п}$	$M_{н,о}$	ОПК
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
160	1014	390	2,6	2499	880	2,84	1568	585	2,68	1654	606	2,73
165	961	356	2,7	2417	860	2,81	1373	524	2,62	1500	564	2,66
168	749	295	2,54	2274	815	2,79	1133	446	2,54	1276	480	2,59
172	648	257	2,52	2102	756	2,78	982	396	2,48	1182	467	2,53
176	608	246	2,47	1909	689	2,77	908	375	2,42	877	348	2,52
181	477	236	2,02	1540	558	2,76	678	286	2,37	707	285	2,48
185	477	225	2,12	1334	480	2,78	630	274	2,30	583	245	2,38
188	440	218	2,02	1130	420	2,69	551	247	2,23	529	228	2,32
190	363	187	1,94	1059	398	2,66	483	228	2,12	456	200	2,28
192	307	165	1,86	966	366	2,64	455	224	2,03	411	186	2,21
196	240	138	1,74	715	298	2,4	427	226	1,89	397	184	2,16
199	205	126	1,63	552	269	2,05	397	223	1,78	368	178	2,07
205	171	118	1,45	507	256	1,98	444	225	1,74	347	176	1,97
210	153	116	1,32	473	240	1,97	366	218	1,68	278	156	1,78
214	143	112	1,28	457	237	1,93	337	208	1,62	241	148	1,63
219	140	113	1,24	437	230	1,9	325	207	1,57	223	146	1,53
220	142	114	1,25	410	228	1,8	323	210	1,54	218	146	1,49
224	131	108	1,22	405	225	1,8	312	204	1,53	213	144	1,48

Доминирование отдельных видов зависит от экологических условий склона. Исследования показали, что на всех изученных участках в зависимости от высотного положения формируется особый тип подстилки, то есть от бровки

склона до долины запасы и основные свойства подстилки изменяются. Особенности изменения массы подстилки на склонах полярных экспозиций приведены на рисунках 4.55; 4.56; 4.57. ОПК для теневых склонов, крутизной от 15 до 35° составляет от 1,8 в присклоновом ТУМ до 2,9 в низинном ТУМ склона. На крутых склонах значения ОПК ниже по сравнению со склонами меньшей крутизны.

Солнечной склон



Теневой склон

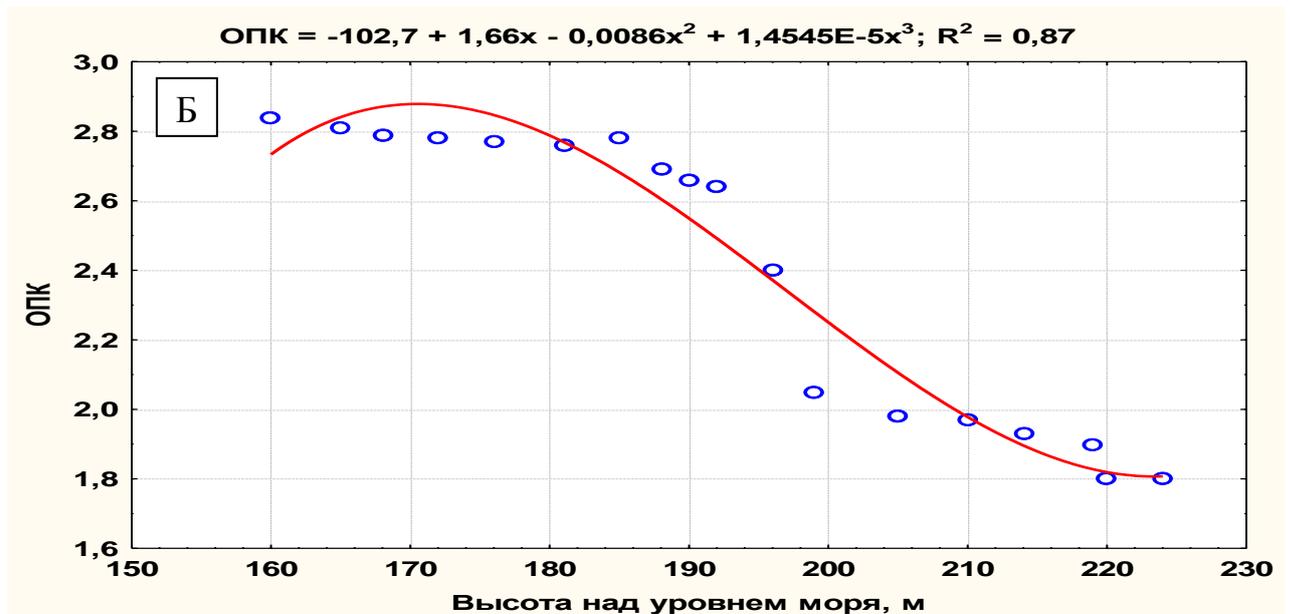


Рисунок 4.55 – Зависимость изменения ОПК от высотного положения растений на солнечном (А) и теневом (Б) склонах

Наименьшие значения ОПК получены для солнечных склонов, где коэффициент составляет в среднем 1,2 в присклоновом ТУМ, до 2,6 в низовом ТУМ.

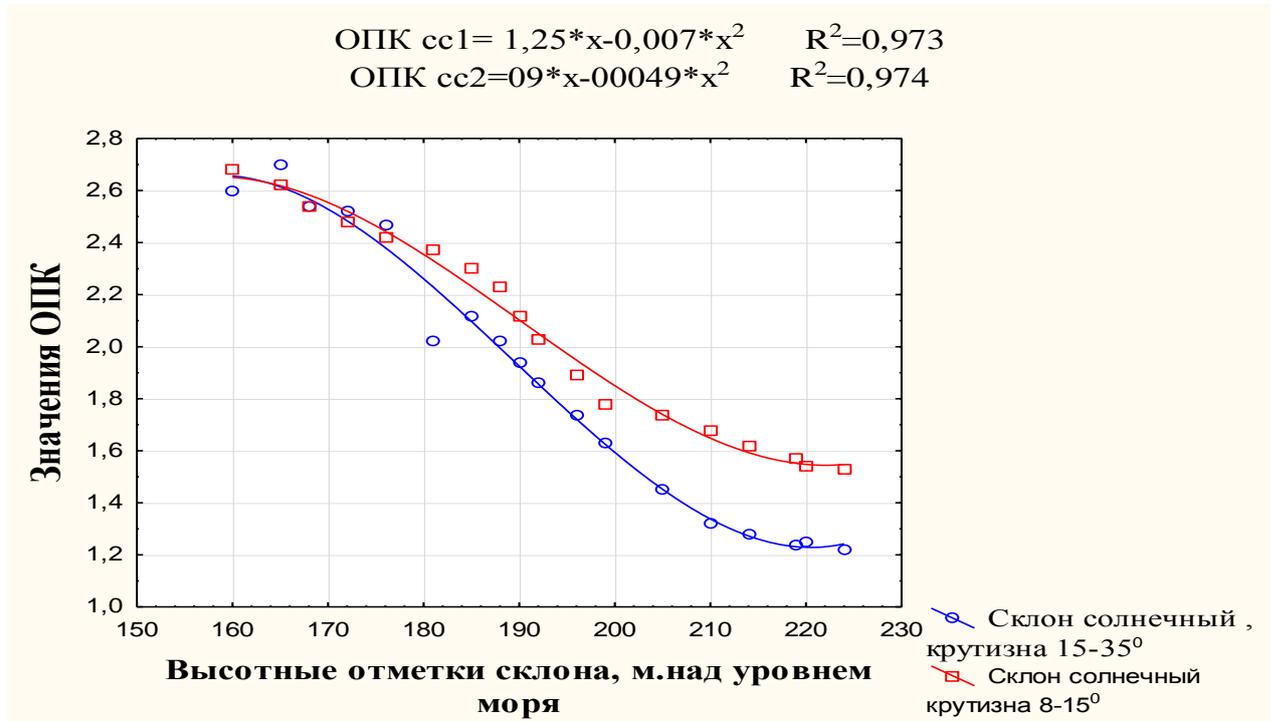


Рисунок 4.56 – Зависимость ОПК от высотного положения и крутизны склона солнечной экспозиции

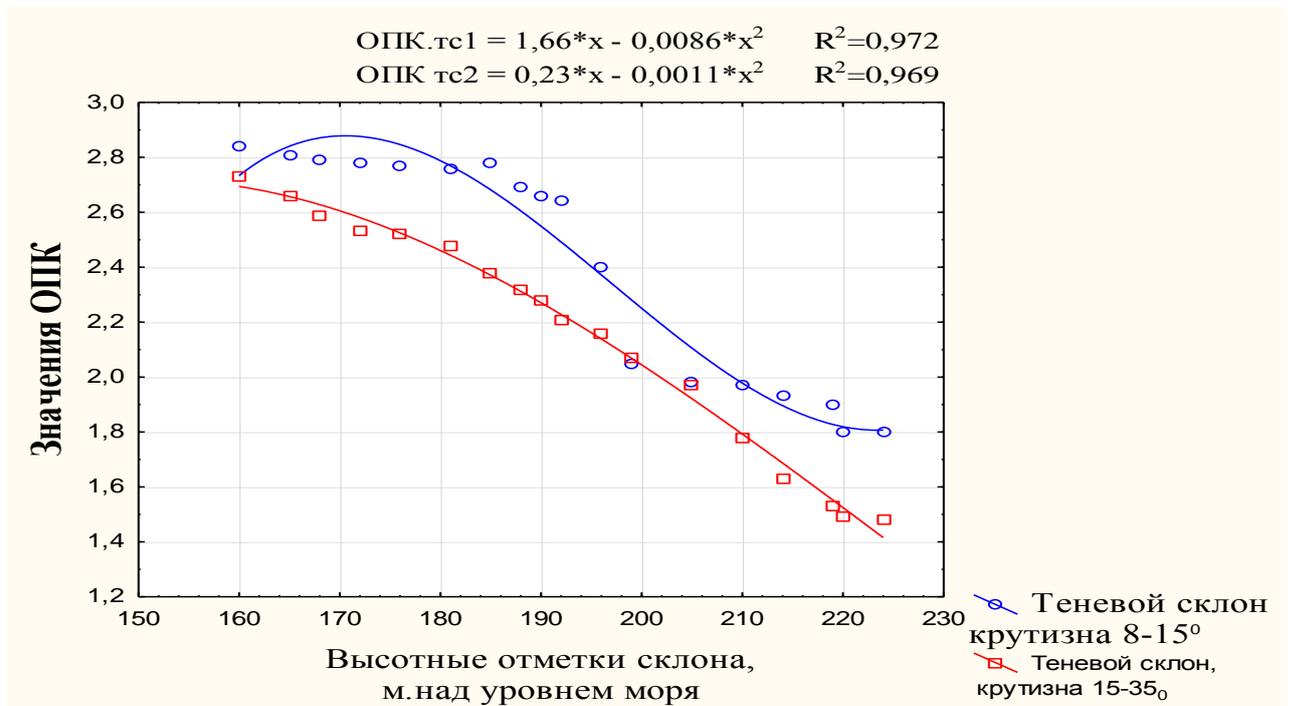


Рисунок 4.57- Зависимость ОПК от высотного положения и крутизны склона на теневом склоне

Анализ рисунков показывает, что на склонах максимальное накопление органической массы наблюдается в низовом ТУМ склона. Ряд показателей массы подстилки от высоты расположения пробной площадки на склоне в процессе эксперимента позволил нам построить модели зависимости. Результаты множественной регрессии показали, что регрессионная модель достаточно полно объясняет дисперсию значения ОПК от высотного положения склоновой поверхности, критерий Фишера больше табличного значения $F=(2,15) = 56,13$. Коэффициенты детерминации позволяют утверждать, что на 87 % значения ОПК растительности зависят от высоты и экспозиции склоновой поверхности.

Сравнение фактических величин массы подстилки на нижних отметках солнечного и теневого склонов показывает, что значение ОПК на площадках склона солнечной экспозиции занимает всего 41 % от массы ОПК теневого склона. Данное обстоятельство объясняется более благоприятными условиями формирования надземной массы и высокой продуктивностью травы в низовом ТУМ склонов.

Корневая система прикрепляет растения к месту произрастания, позволяет поглощать питательные вещества с субстрата для роста и развития растений, вступает в контакт с микроорганизмами почвы, являетсяместищем питательных веществ и вегетативным органом размножения растений. Большое число исследователей [31, 61, 69, 70, 118, 131, 181, 205, 211, 223, 251, 277, 294, 308, 320] изучали морфоструктуру и анатомию корней, адаптационные особенности к конкретным экологическим условиям и их почвозащитную, почвообразовательную и водоохранную роль. Монографии по подземным органам растений [205, 277, 294] послужили стимулом для дальнейших исследований подземных органов растений. Несмотря на достигнутые успехи в изучении подземных органов растений, все еще недостаточно изученными остаются вопросы адаптации растений в условиях ограниченного обеспечения продуктами питания и влаги и в экстремальных динамических условиях.

Действительно, корневая система растений, сформированная в условиях склоновых земель, находится в постоянной стрессовой ситуации, связанной с изменениями климатических особенностей, условий влагообеспечения, динамических процессов, происходящих на склонах. Особенности морфоструктуры корневой системы растений склоновых экосистем изучены неравномерно и недостаточно. Изучению особенностей формирования корневых систем растений по высотным поясам посвящены работы И.О. Байтулина [61], А.Б. Бегенова [69], Н.М. Мухитдинова [211], и др. Научные исследования Л.Г. Таршис [277] посвящены изучению строения корневых систем растений, произрастающих в различных местообитаниях. В условиях Арктики и тундровой зоны особенности подземных органов растений изучены Даниловой М.Ф. [118]; в условиях Саратовских степей – Ф.С. Рамзаевым [250]. Роли корневой системы растений в восстановлении растительного покрова на эродированных землях посвящены работы Н.А. Лапенскене [181], ряда других исследователей. Незначительный перечень литературы по изучению особенностей корневой системы в экстремальных условиях позволяет сделать вывод, что корневые системы растений на склонах в разных условиях их обитания требуют специального и более тщательного изучения с точки зрения проявления их адаптивных реакций в стрессовых ситуациях. М.С. Шалыт [294] отмечает, что одними из факторов среды, воздействие которых проявляется на корневой системе, являются эдафогенные – подстилающие почву твердые материнские породы, ограничивающие их рост и развитие.

Нами изучены особенности морфоструктуры подземных органов травянистых видов растений на различных субстратах и при разных экспозициях склона и месторасположениях по склону. По строению корневой системы и характеру роста на склонах встречаются стержнекорневые, кистекоорневые, корневищные, корнеотпрысковые, ползучие и мочковатокорневые одно- и многолетние растения (Приложение Ж). Всего выявлено 64 вида травянистых растений, из них 20 видов включены в группу

корневищных, со стержневой корневой системой – 16 видов, с ползучими корнями – 12 видов, корнеотпрысковых – 9 видов, к кистекорневой группе отнесены 4 вида, с мочковатокорневой системой – 3 вида растений. Из стержнекорневых растений встречаются такие виды, как астрагал шерстистоцветковый (*Astragalus dasyanthus* Pall.), бедренец камнеломковый (*Pimpinella saxifraga* L.), василек синий (*Centaurea cyanus* L.), икотник серый (*Berteroa incana* DC.), ромашка аптечная (*Matricaria chamomilla* L.), тмин обыкновенный (*Carum carvi* L.), тысячелистник обыкновенный (*Achillea millefolium* E.Mey) и др.

Особенностью роста и развития этих растений является то, что корень формируется непосредственно из зародыша и сохраняется в течение всего жизненного цикла. Почка возобновления закладывается на каудексе, из которых формируются одиночные побеги, редко – два или три побега. Длина стержневого корня зависит от особенностей вида и экологических условий произрастания растений на склонах.

Кистекорневые растения от стержнекорневых отличаются тем, что главный корень формируется из зародыша семени и отмирает. В нижней части стебля начинают формироваться придаточные корни в виде кисти. Растения, отнесенные к данной группе, на склонах немногочисленны, встречаются в основном на солнечных и в присклоновых ТУМ теневых экспозиций, относятся к группе гемикриптофитов. К примеру, такие растения как лютик едкий (*Ranunculus acris* L.), подорожник промежуточный (*Plantago intermedia* DC.), кульбаба осенняя (*Leontodon autumnalis* L.) формируют надземные побеги или листья весной, в конце вегетации отмирают.

Корневищные растения – астра звездчатая, мать-и-мачеха, тысячелистник обыкновенный, хвощ полевой, пырей ползучий и другие – на склонах в гумусовом горизонте формируют корневища, на которых закладываются многочисленные почки. В период вегетации из этих почек вырастают новые побеги, на которых формируются новые корневища. Велика роль корневищных

растений с точки зрения повышения устойчивости травяного покрова на склонах, поскольку по истечении нескольких лет эти растения формируют прочную дернину. Растения с ползучими стеблями и корнями на склонах представлены следующими видами: будра плющевидная, вероника дубравная, звездчатка дубравная, звездчатка средняя, лапчатка гусиная, манжетка обыкновенная, мятлик луговой и др. Обладая выраженным вегетативным размножением, растения с ползучими корнями встречаются на всех участках склонов по всем экспозициям. Высокая приспособляемость к условиям среды обитания и биологические особенности позволяют этим растениям создавать большие однородные синузии. Эдификаторами в синузиях выступают лапчатка гусиная и пырей ползучий.

Представителями корнеотпрысковых растений на склонах являются бодяк полевой, вьюнок полевой, ежа сборная, льнянка обыкновенная, молочай болотный, сурепка обыкновенная, черноголовка обыкновенная. Растения этой группы размножаются не только вегетативным путем, но и семенами. Корневая система проникает в почву на большую глубину, боковые корни закрепляют почву. Из сформированных почек на корнях этих растений в течение вегетативного периода появляется новая поросль. Из группы мочковатокорневых травянистых растений на склонах встречаются лютик едкий, подорожник большой. Растения этой группы имеют мощную нитевидную корневую систему. В отличие от других групп эти растения немногочисленны, встречаются в основном на сухих участках склонов южной экспозиции. Корневая система, состоящая из многочисленных нитевидных корней, глубоко проникает в почву и способствует отведению поверхностных вод во время таяния снегов и ливней.

Значительное влияние на приуроченность растений по типам корневых систем на разных участках склона оказывают суточные и сезонные изменения температуры и влажности. Изменения температурного режима и влажности в течение года определяют характер размещения растений с разными типами корневой системы на склонах. На теневых склонах, особенно в долинной части

преобладают растения с ползучими побегами и корней (Таблица 36). На солнечных склонах по причине высокой температуры и недостатка влаги растения не успевают сформировать плодов и семян. Поэтому на солнечных склонах в основном встречаются стержнекорневые растения. В срединном ТУМ склона встречаются стержнекорневые растения, при этом их доля в зависимости от высотной отметки по склону увеличивается с низового к присклоновому ТУМ (Таблица 4.35, 4.36, Приложение Ж).

Таблица 4.35 – Приуроченность растений к склонам по типам корневых систем

Тип корневой системы	% от общего числа изученных растений по разным экспозициям склона	
	теновой	солнечный
Стержнекорневой	39,4±2,4	60,0±3,2
Корневищный	14,8±3,2	16,4±2,7
Кистекоковой	–	5,6±3,5
Ползучий	45,3±1,8	18,0±2,3
Корнеотпрысковый	0,5±0,8	–

Таблица 4.36 – Приуроченность растений по типам корневых систем к ТУМ теневого склона

Тип корневой системы	% от общего числа изученных растений по типам условия местопрорастания (ТУМ)		
	Низовой	Срединный	Присклоновый
1	2	3	4
Стержнекорневой	39,8±2,6	48,3±2,5	60,0±3.3
Корневищный	15,3±3,1	17,2±3,7	14,0±4.2
Ползучий	42,3±3,4	34,2±2,3	26,0±
Корнеотпрысковый	2,6±1,1	0,3±0,4	–

Корни растений играют важную роль в повышении устойчивости склоновых земель и верхнего слоя почвы склонов к плоскостному смыву за счет повышения силы сцепления почвы. Развивая способность удерживаться на склонах большой крутизны, растения развивают мощные корни, проникающие

до 120–180 см, на которых слабо развиваются боковые корни, особенно в сторону поверхности склона.

В условиях лесостепи Приволжской возвышенности предлагается шкала типов условий местопроизрастания склоновых земель для создания защитных лесных насаждений по показателю ОПК (Таблица 4.37).

Таблица 4.37 – Шкала пригодности склоновых земель для создания защитных лесных насаждений по показателю ОПК, запаса подстилки и типу корневой системы

ТУМ	Опдно-подстилочный коэффициент	Запасы подстилки, ц/га	Тип корневой системы
1	2	3	
Низовой	2,48–2,84	966–2499	Ползучие и стержнекорневые
Срединный солнечный	2,02–2,47	477–965	Стержнекорневые
Срединный теневой	2,31–2,49	347–476	Ползучие
Присклоновый	1,22–2,30	131–346	Стержнекорневые

Запасы подстилки с 982 до 2499 ц/га сосредоточены в основном на теневых и в низовом ТУМ солнечных и срединном ТУМ теневых экспозиций склонов, где происходит аккумуляция почв в результате механического перемещения или смыва взвешенных частиц. Запасы подстилки с 131 до 346 ц/га наблюдаются в присклоновом ТУМ (солнечные до середины склона и верхние части теневых склонов) (Рисунок 4.58).

Если на теневых склонах запасы подстилки минимальные на высотной отметке 205–210 м, то на солнечных склонах неустойчивая зона начинается с отметки 192 м. К первой группе пригодности отнесены 5,56 % площади изученных склонов солнечной экспозиции, наибольшую площадь по пригодности занимает 55,6 % площади теневых склонов и от 22,2 до 27,8 % площади западных и восточных склонов. части солнечных склонов и занимают 50,0 % площади, а восточные и западные склоны 22,2 и 27,78 % площади соответственно.

		Крутизна и экспозиция склона			
		Солнечный крутизна > 25°	Теневой, крутизна >25	Теневой, крутизна < 25°	Солнечный, крутизна < 25°
Высотная отметка склона, м над уровнем моря	224				
	220				
	219				
	214				
	210				
	205				
	199				
	196				
	192				
	190				
	188				
	185				
	181				
	176				
	172				
	168				
165					
160					
*	вполне пригодные участки склонов для создания защитных лесных насаждений		–участки, подвержены влиянию факторов среды формирования склона, требуют проведения мероприятий по созданию благоприятных условий среды		
	—3 – участки склона с характерными динамическими процессами, требуют проведения работ		–участки склона, требующие коренного улучшения условий для роста защитных лесных насаждений		

Рисунок 4.58 – Зоны пригодности склонов разной экспозиции для создания защитных лесных насаждений по показателям ОПК

Непригодные участки склоновых земель сосредоточены в средней и верхней части солнечных склонов и занимают 50,0 % площади, а восточные и западные склоны 22,2 и 27,78 % площади соответственно.

Участки второй группы занимают территории западных и восточных склонов с высотных отметок от 176 м до 190 м, а на солнечных – на отметках 165–185 м.

ВЫВОДЫ ПО ГЛАВЕ 4

1. Климат лесостепи Приволжской возвышенности умеренно континентальный, холодной зимой и жарким летом. Среднегодовая температура воздуха $+3,5^{\circ}\text{C}$. Средняя температура самого холодного периода составляет $-12,5^{\circ}\text{C}$, средняя температура теплого периода составляет $+19^{\circ}\text{C}$. Минимальная температура воздуха достигала -46°C , максимальная $+39^{\circ}\text{C}$. В год выпадает от 450 до 750 мм.

2. На рассматриваемой территории рельеф сложен и разнообразен. Территория характеризуется многочисленными возвышениями и понижениями, долинами рек, глубокими оврагами, всхолмлениями и заболоченными низинами. Рельефообразующими породами на территории лесостепи Приволжской возвышенности являются породы пермской и юрской систем, перекрытые чехлом четвертичных отложений.

3. На основе анализа физико-механических характеристик грунтов, особенностей климатических условий, разновидностей почв в пределах исследованных районов проведена детализация и уточнение границ территории физико-географических районов в лесостепной зоне Приволжской возвышенности с выделением 5 почвенно-климатических подрайонов: Присурский, Приволжский, Центральный, Цивиль-Кубнинский и Кубня-Булинский.

4. Разнообразие рельефа, подстилающих пород и целого ряда прочих факторов почвообразования создает разнообразие почв на склоновых землях: от комплекса песчаных почв различной оподзоленности на западе района (меньшая часть) до разновидностей серых лесных и чернозёмов, охватывающих большую часть территории на востоке.

5. Гумусовый горизонт темно-серых лесных почв на склонах с уклоном выше 20° представлен комковато-зернистой структурой, доля агрегатов от 0,25 до 10 мм составляет 89,0–94,4 %. Серые и светло-серые почвы на склонах

характеризуются хорошей оструктуренностью на глубине до 25 см, а темносерые почвы, представленные на склонах теневых экспозиций, – до 30 см.

6. Коэффициент дифференциации профиля почвы по содержанию гумуса в темно-серых лесных слабосмытых легкоглинистых и тяжелосуглинистых почвах колеблется от 0,82 до 0,9, в то время как в темно-серых лесных среднесуглинистых почвах на делювиальных глинах этот коэффициент составляет от 0,53 до 0,72, что говорит о резкой дифференциации почвенного профиля по содержанию гумуса в смытых почвах склонов.

7. С учетом накопления подстилки и естественного лесного опада проведено зонирование склонов по пригодности склоновой поверхности для создания защитных лесных насаждений. На солнечных крутых и пологих теневых склонах запасы подстилки минимальные на высотной отметке 205–210 м, на солнечных склонах неустойчивая зона начинается с отметки 192 м. К первой группе пригодности отнесены 5,56 % площади изученных склонов южной экспозиции, наибольшую площадь по пригодности занимает 55,6 % площади теневых склонов и от 22,2 до 27,8 % площади солнечных крутых и пологих теневых склонов. Участки со сложными почвенно-климатическими условиями сосредоточены в средней и верхней части солнечных склонов и занимают 50,0 % площади. Участки второй группы занимают территории крутых солнечных и пологих теневых склонов с высотных отметок от 176 до 190 м, а на солнечных – на отметках 165–185 м.

8. Опадно-подстилочный коэффициент (ОПК) использовали для дифференциации склонов по показателю накопления органической массы. Для теневых склонов крутизной от 15 до 45° ОПК составляет от 1,8 в присклоновом ТУМ до 2,9 в низовом ТУМ склона. Наименьшие значения ОПК получены для солнечных склонов, где коэффициент составляет в среднем 1,2 в присклоновом ТУМ и до 2,6 в низовом ТУМ склона.

9. Установлена приуроченность растений к разным участкам склонов по типу корневых систем, что является индикатором агроэкологических условий

почв. Всего выявлено 64 вида травянистых растений, из них 35,5 % относятся к корневищным, со стержневой корневой системой – 24,2%, корнеотпрысковых – 11,3%, с ползучими корнями – 19,4%, к кистекарневой группе отнесены – 6,45%, с мочковатокорневой системой – 3,15%. На теневых склонах преобладают растения с ползучими побегами и корневищами

10. Продуктивность трав склоновых территорий тесно связана с типом и степенью защищенности склонов от эрозии. С увеличением уклона содержание гумуса в горизонте почвы А серой лесной почвы – снижается с 2,20 до 1,86%. Азота, фосфора и калия уменьшается в 1,5- 4,0 раза, причем отмечается низкое содержание азота – менее 15 мг/кг. Защитные лесные насаждения и мульчирование в зависимости от уклона склонов повысили содержание гумуса в почве на 0,16- 0,34% в абсолютном значении, NPK – в 1,2-2,8 раза.

11. На склоновой территории без влияния защитных лесных насаждений происходит ухудшение агрофизических свойств почв и прежде всего критерия водопрочности (соотношение содержания частиц почвы 10-0,25 мм при мокром и сухом фракционировании): уменьшение которого составляет 3,2-39,2% в зависимости от уклона и удаления от защитного насаждения. Причем снижение фактического критерия водопрочности в сравнении с нормализованным составляет 11,9-56,3 %.

12. Защитные лесные насаждения обеспечивают удержание величины критерия водопрочности почвенных агрегатов выше нормализованного на 1,4-16,0 %. Содержание гумуса в абсолютном значении повышается под воздействием защитных насаждений до 0,6 %, снижаясь до 0,9 % без влияния в зависимости от уклона склона и расстояния от защитных насаждений. Содержание гумуса в почве на 65-94 % связано с критерием водопрочности, уклоном склона и степенью защищенности почв лесными насаждениями, что подтверждается статистическим анализом проведенных исследований.

5 РОСТ ДРЕВЕСНЫХ ПОРОД В ЗАЩИТНЫХ ЛЕСНЫХ НАСАЖДЕНИЯХ НА СКЛОНАХ ЛЕСОСТЕПИ ПРИВОЛЖСКОЙ ВОЗВЫШЕННОСТИ

5.1 Общая характеристика защитных лесных насаждений на склонах лесостепи Приволжской возвышенности

При планировании экспериментов по изучению хода роста древесных пород необходимо выбирать однородные природно-климатические и почвенно-экологические условия произрастания лесных насаждений [253]. В результате изучения существующих защитных насаждений в пределах исследованных территорий установлено, что общая площадь защитных насаждений лесостепи Приволжской возвышенности составляет 208559,5 га (Таблица 5.1).

Таблица 5.1 – Состав и площадь защитных лесных насаждений лесостепи

Приволжской возвышенности

Наименование лесничества	Защитные лесные насаждения по почвенно-климатическим подрайонам, га			
	Противоэрозионные леса	Леса, расположенные вдоль водных объектов	Нерестощерпанные полосы лесов	Итого, га
Присурский подрайон				
Алатырское	3217	27239	2369	30456
Шумерлинское	5691	22208	7766	27899
Ядринское	6415	0	1692	6415
Руткинское (Республика Марий Эл)	369	2270,3	780	2639,3
Итого по ЭР	15692	51717,3	12607	67409,3
Приволжский подрайон				
Руткинское (Республика Марий Эл)	369,5	2276,2	791,5	3437,2
Опытное	12518	0	0	12518
Мариинско–Посадское	16754	0	0	16754
Приволжское (Республика Татарстан)	807	4330	59	5196
Итого по ЭР	30448,5	6606,2	850,5	37905,2
Центральный подрайон				

Продолжение таблицы 5.1

Наименование лесничества	Защитные лесные насаждения по почвенно-климатическим подрайонам, га			
	Противоэрозионные леса	Леса, расположенные вдоль водных объектов	Нерестоохранные полосы лесов	Итого, га
Канашское	6232	0	0	6232
Вупнарское	489	12187	0	12676
Итого по ЭР	6721	12187	0	18908
Цивиль-Кубнинский подрайон				
Ибресинское	2157	17989	0	20146
Канашское	2200	0	0	2200
Итого по ЭР	4357	17989	0	22346
Кубня-Булинский подрайон				
Шемуршинское	5146	27015		32161
Алатырское	1400	0	0	1400
Новочеремшанское лесничество (Цильнинский район Ульяновской области)	3056	5110	4606	12772
Дрожжановское (Республика Татарстан)	3051	0	0	3051
Итого по ЭР	9597	35181	4606	49384
Всего по лесостепи Приволжской эрозионной возвышенности	66815,5	123680,5	18063,5	208559,5

Из общей площади защитных лесов противоэрозионные леса занимают 66815,5 га, леса, расположенные вдоль водных объектов, – 123680,5 га, а нерестоохраняемые полосы лесов – 18063,5 га (Рисунок 5.1).

По почвенно-климатическим районам защитные леса распределяются следующим образом (Рисунок 5.2). В Присурском почвенно-климатическом подрайоне общая площадь защитных лесов составляет 67409,3 га, из них противоэрозионные леса занимают 15692 га, леса, расположенные вдоль водных объектов, – 51717,3 га и нерестоохраняемые полосы лесов – 12607 га. Приволжский подрайон приурочен к высокому берегу р. Волга на территориях Чувашской Республики (административные районы: Чебоксарский,

Моргаушский, часть Ядринского района, Мариинско-Посадский, Козловский), правобережная часть Горномарийского района Республики Марий Эл и правобережная часть Зеленодольского района, включающая территорию Приволжского лесничества.

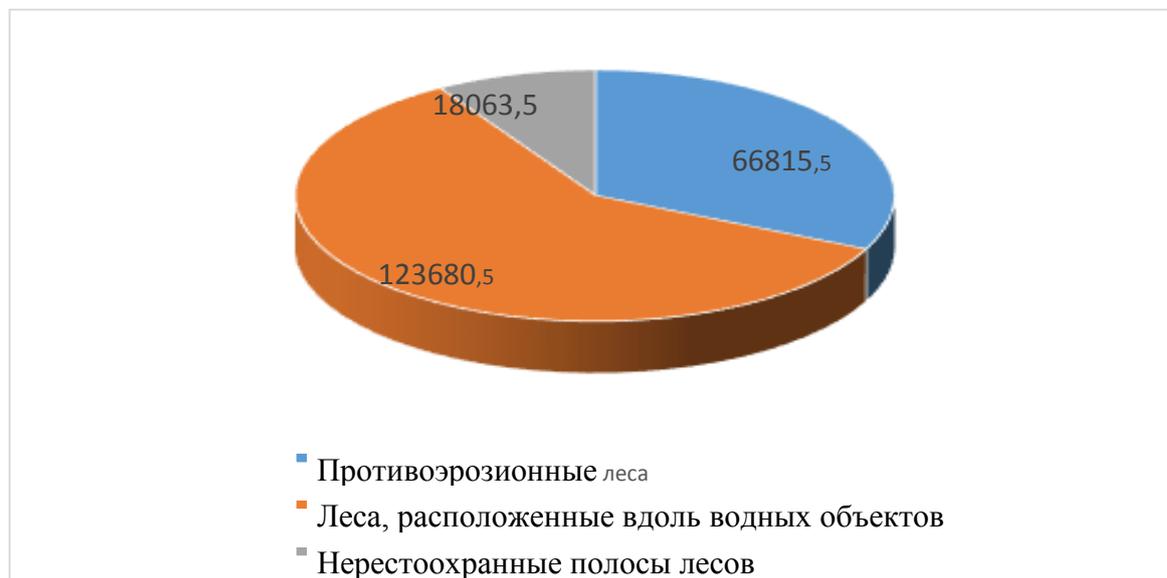


Рисунок 5.1 – Состав и площадь защитных лесов в лесостепной зоне Приволжской возвышенности

Площадь защитных насаждений лесостепи Приволжской возвышенности в пределах изученных районов составляет 37905,2 га, из них 30448,5 га занимают противоэрозионные леса, расположенные вдоль водных объектов 6606,2 га и нерестоохранные полосы лесов – 850,5 га.

В Центральном почвенно-климатическом подрайоне общая площадь защитных насаждений составляет 18908 га, из них противоэрозионные леса занимают 6721 га и леса, расположенные вдоль водных объектов, – 12187 га. Данный район характеризуется малой лесистостью и высокой расчлененностью земель.

Цивиль-Кубнинский подрайон находится на водораздельных территориях рек Цивиль и Кубня. Территория района представляет собой

возвышенно-водораздельное слабохолмистое плато с небольшими перепадами высот.



Рисунок 5.2 – Распределение защитных лесных насаждений по почвенно-климатическим районам

Глубина лесомелоративного расчленения колеблется от 60 до 100 м. Максимальная отметка высотой 210 метров находится в северо-западной части Ибресинского района. На большей части территории, эрозионные процессы проявляются слабо, за исключением северо-восточного района. Общая площадь защитных лесов составляет 22346 га, из них площадь лесов равняется 4357 га, и леса, расположенные вдоль водных объектов, занимают площадь 17989 га.

Кубня-Булинский подрайон сформирован под влиянием ряда водоразделов между малыми реками Кубня, Була, Люля. Под влиянием древней эрозии сформированы долины, суходолы и ложбины, склоны современных оврагов, в основном не покрытые лесной растительностью. Общая площадь защитных лесов, с учетом южных районов Чувашской Республики, территорий Новочеремшанского лесничества Ульяновской области и Дрожжановского лесничества Республики Татарстан, составляет 49384 га, из них противоэрозионные леса занимают 9597 га, леса вдоль водных объектов – 35181

га, и нерестоохранные полосы лесов занимают 4606 га. Инвентаризация насаждений показала, что главными породами лесных насаждений в лесостепной зоне Приволжской возвышенности являются мягколиственные древостои, на долю которых приходится до 45,1 % площади. В основном они представлены коренными лесами и находятся на землях государственного лесного фонда. На долю хвойных насаждений приходится 32,26 % территории, на долю твердолиственных насаждений – 22,64 %, созданных в основном искусственным путем (Таблица 5.2, Приложение Г).

Таблица 5.2 – Структура лесов по породам и запасам древесины

Группа возраста	Единица измерения	Всего	В том числе по породам		
			Хвойные	Твердолиственные	Мягколиственные
1	2	3	4	5	6
По состоянию на 1 января 2008 г.					
Молодняки	га	27625,4	13631,8	4866,84	9126,78
	м ³	1832907,7	1214155,4	233491,4	385260,86
Средневозрастные	га	23949,1	4481,6	8146,4	11320,95
	м ³	4121123,8	1190806,3	1179131,7	1751185,75
Приспевающие	га	6022,2	1633,9	676,9	3711,40
	м ³	1342575,7	478657,4	105071,1	758847,16
Спелые и перестойные	га	6337,3	583,5	653,5	5100,26
	м ³	1494345,1	186793,1	105071,1	1202480,88
Всего	га	63934,2	20331,0	14343,7	29259,40
	м ³	8790952,5	3070412,3	1622765,4	4097774,67
По состоянию на 1 января 2013 г.					
Молодняки	га	30250,63	15113,31	5329,87	9807,44
	м ³	1700998,1	1088782,87	254489,49	357725,79
Средневозрастные	га	24236,52	4345,52	8354,93	11536,05
	м ³	3924179,9	1065974,85	1242436,91	1615768,19
Приспевающие	га	5918,08	1584,55	720,25	3613,27
	м ³	1183616,2	421348,17	121242,63	641025,42
Спелые и перестойные	га	6410,25	516,18	720,25	5173,81
	м ³	1400892,6	158455,72	121242,63	1121194,27
Всего	га	66815,5	21559,58	15125,31	30130,59
	м ³	8209687	2734561,63	1739411,67	3735713,69

Из лесообразующих пород доминирует сосна обыкновенная (*Pinus sylvestris* L.) (26,4 %) за счет интенсивных лесокультурных работ, и береза

повислая (*Bétula péndula L.*) (25,4 %) в результате оставления лесокультурного фонда для естественного зарастания. Несмотря на значительный отпад дуба, на территории района удельный вес дуба черешчатого (*Quércus róbur L.*) составляет 16,7 % и сопутствующей породы – липы мелколиственной (*Tilia cordata L.*) – 14,5 %. Осина занимает 9% от общей площади. Остальные породы имеют незначительное распространение и существенного влияния на общую картину распределения древесных пород в лесостепной зоне Приволжской возвышенности не оказывают. Данные таблицы 5.2 показывают, что из хвойных насаждений преобладают насаждения сосны обыкновенной, в основном молодняки. Незначительные площади средневозрастных и приспевающих хвойных насаждений говорят о том, что из-за слабой приживаемости защитных лесных насаждений на склонах, особенно на склонах солнечной экспозиции, насаждения не достигают возраста смыкания кроны и в дальнейшем погибают. Результаты оценки сохранности посадок ели европейской на склонах также показывают значительный отпад. Из твердолиственных пород значительную площадь лесов занимает дуб черешчатый. В основном насаждения дуба создаются путем ручной посадки под меч Колесова на крутых склонах или посевом желудей на обрабатываемых механизмами на склонах крутизной не более 15 градусов. Сопутствующие дубу черешчатому – ясень обыкновенный (*Fraxinus excelsior L.*), клен остролистный (*Ácer platanoídes L.*), клен приречный или Гиннала (*Ácer ginnala L.*) и клен американский (*Ácer negúndo L.*) – размножаются на склонах самосевом. Мягколиственные породы в основном представлены насаждениями березы, осины (*Pópulus trémula L.*), тополя черного (*Pópulus nígra L.*), в понижениях и вдоль лесных ручьев – ольхи серой (*Álnus incána L.*). Далее рассмотрим возрастной и породный состав насаждений по почвенно-климатическим подрайонам (Таблица 5.3 и 5.4).

Анализ породного и возрастного состава лесов по почвенно-климатическим подрайонам показывает, что во всех подрайонах для создания лесов используют сосну обыкновенную, несмотря на то, что к возрасту спелости

сохранность лесных насаждений резко снижается. Незначительную часть территории лесостепи Приволжской возвышенности занимают насаждения ели европейской (*Picea abies* L.), в основном созданные посадкой на склонах теневых экспозиций. Значительную часть склонов занимает береза повислая.

Особенно в последние годы с сокращением обрабатываемых сельскохозяйственных земель склоновые земли зарастают самосевом березы, за исключением склонов солнечной экспозиции. На крутых склонах теневых и пологих световых экспозиций с достаточным увлажнением встречаются насаждения осины и тополя черного, в долинной части в увлажненных местах вдоль ручьев встречается ольха серая. Характерной особенностью насаждений тополя черного является то, что они в основном занимают увлажненные участки вторичных склонов, возникшие в результате оползней и обвалов. Небольшие участки лиственницы сибирской, созданные на солнечных крутых склонах, с течением времени погибают из-за недостатка питательных веществ и оптимальной влажности, но на пологих световых склонах вырастают высокопроизводительные древостои (Приволжский подрайон). Результаты инвентаризации насаждений на склонах показали, что в основном насаждения созданы на склонах крутизной до 15° путем механизированной посадки с помощью комбинированного плуга ПКЛ 70, агрегатированного с трактором ЛХТ 55, а на крутых склонах использовалась ручная посадка.

Таблица 5.3 – Распределение площади лесов и запасов по породам и группам возраста

№ пп	Преобладающие породы	Покрытые лесной растительностью склоновые земли, га						Общий запас насаждений, тыс.м ³					
		Всего		В том числе по группам возраста				Всего		В том числе по группам возраста			
		Молодняки	Средневозрастные	Приспевающие	Спелые и перестойные	Молодняки	Средневозрастные	Приспевающие	Спелые и перестойные	Молодняки	Средневозрастные	Приспевающие	Спелые и перестойные
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12		
Хвойные													
1	Сосна	7430,96	6230,5	754,5	407,7	38,26	966728,1	634714,5	282078,1	145648,5		16609,8	
2	Ель	1219,76	1178,2	20,83	17,03	3,7	39695,3	38567,2	5848,2	4120,4		1452,8	
3	Лиственница	166,452	159,31	7,043	0,09	0,009	18310,2	24892,7	2726,1	33,8		2,6	
4	Кедр	20,459	17,10	2,61	0,73	0,019	1231,69	872,3	395,9	148,06		6,7	
	Итого хвойные	8837,86	7585,1	785,09	425,6	42,07	1025965	699046,9	291048,4	149950,8		18072,0	
Твердолиственные													
1	Дуб в.ст.	2947,5	844,8	2531,4	61,20	42,65	407510,07	34690,18	358058,8	9070,06		5691,0	
2	Дуб н.ст.	301,90	8,30	263,8	24,37	35,5	35257,4	194,9590	27378,88	3138,18		4545,4	
3	Ясень	75,58	53,1	11,6	0	0	3329,1	2035,443	1293,669				
4	Клен	28,71	15,16	14,17803	0	0	3853,2	477,5601	3041,257	77,9069		256,5	
5	Др. тв.л.	59,71	15,35	53,26	1,04	1,51	4366,57	454,30	3638,91	96,1663		177,2	
	Итого т.л.	3413,50	936,7	2874,40	86,61	79,67	454316,5	37852,45	393411,6	12382,3		10670,1	
Мягколиственные													
1	Береза	6851,9	1686,71520	3113,8	1293,3	1061,6	765433,8	41192,40	348354,1	175702,7		200184,0	
2	Осина	2389,7	780,7	469,21	502,9	869,5	394730,8	19019,8	60069,37	92382,3		223259,0	
3	Ольха	785,36	160,2	273,2	105,4	401,3	93153,7	3278,4	20818,40	11913,0		57143,9	
4	Тополь	53,68	1,91	15,4	15,17	44,6	17520,7	55,31	2302,22	3559,1		11604,0	
5	Пр м.л.	3387,8	531,1	1611,0	291,28	1613,1	697660,8	11291,2	231437,5	63870,8		391061,0	
Итого	Итого м.л.	13468,63	3160,8	5482,8	2208,1	3990,3	1968500,	74837,2	662981,6	347428,0		883253,0	

Таблица 5.4 – Породный и возрастной состав насаждений по почвенно-климатическим подрайонам

Породы	Породный состав по почвенно-климатическим подрайонам			
	Молодняки	Средневозрастные	Приспевающие	Спелые и перестойные
1	2	3	4	5
Присурский				
Хвойные				
Сосна	6469,07	2724,9	4038,4	1163,24
Ель	1223,3	75,22	168,68	114,892
Лиственница	165,41	25,43	25,435	0,125
Кедр	17,76	9,46	7,251	0,584
Твердолиственные				
Дуб вст	24,45288	4754,53	1333,41	929,37
Дуб нст	24,452	495,599	530,97	773,54
Ясень	156,348	21,86811	0	0
Клен	44,653	26,598	0	0
Др. твл	45,21	100,034	22,7	33,035
Мягколиственные				
Береза	2698,76	4235,66	5616,8	3219,9
Осина	1249,28	638,28	2184,1	2637,25
Ольха	256,47	371,75	457,819	1217,33
Тополь	849,847	21,01	65,898	135,35
Пр.мгл	849,847	2191,386	1264,99	4892,71
Приволжский				
Хвойные				
Сосна	12552,35	5287,31	7835,96	2257,12
Ель	2373,71	145,95	327,31	222,93
Лиственница	320,968	49,35	1,83	0,56
Кедр	34,46	18,35	14,071	1,134
Твердолиственные				
Дуб вст	47,44	9225,52	2587,31	1803,3
Дуб нст	47,44	961,644	1030,275	1500,96
Ясень	303,37	42,432	367,78	135,27
Клен	86,64	51,61	240,96	88,77
Др. твл	87,735	194,104	44,04	64,1

Продолжение таблицы 5.4

Породы	Породный состав по почвенно-климатическим подрайонам			
	Молодняки	Средневозрастные	Приспевающие	Спелые и перестойные
Мягколиственные				
1	2	3	4	5
Береза	5236,57	8218,73	10898,65	6247,791
Осина	2424,07	1238,5	4237,95	5117,24
Ольха	497,65	721,34	888,33	2362,06
Тополь	5,94	40,776	127,86	262,64
Пр. мгл	1649,01	4252,08	2454,55	9493,64
Центральный				
Хвойные				
Сосна	2770,75	1167,09	1729,67	498,22
Ель	523,96	32,21	72,24	49,2
Лиственница	70,84	10,89	0,4	0,12
Кедр	7,6	4,05	3,106072	0,250428
Твердолиственные				
Дуб вст	84,41	2036,4	571,11	398,06
Дуб нст	10,47	212,27	227,42	331,32
Ясень	66,96	9,36	81,18	29,86
Клен	19,12	11,39	53,18	19,6
Др. твл	19,36	42,84	9,72	14,15
Мягколиственные				
Береза	1155,89	1814,16	2405,72	1379,11
Осина	535,07	273,38	935,47	1129,56
Ольха	109,84	159,22	196,09	521,39
Тополь	1,31	9,0009	28,22	57,97
Пр. мгл	363,99	938,58	541,81	2095,59
Цивиль-Кубнинский				
Хвойные				
Сосна	1796,19	756,59	1121,29	322,98
Ель	339,67	20,89	46,84	31,9
Лиственница	45,93	7,06	0,26	0,08
Кедр	4,93	2,63	2,01	0,16
Твердолиственные				
Дуб в.ст	54,72	1320,13	370,23	258,05
Дуб н.ст	6,79	137,61	147,43	214,78
Ясень	43,41	6,07	52,63	19,36
Клен	12,4	7,39	34,48	12,7

Продолжение таблицы 5.4

Породы	Породный состав по почвенно-климатическим подрайонам			
	Молодняки	Средневозрастные	Приспевающие	Спелые и перестойные
1	2	3	4	5
Др. твл	12,55	27,78	6,3	9,17
Мягколиственные				
Береза	749,33	1176,06	1559,55	894,03
Осина	346,87	177,22	606,43	732,25
Ольха	71,21	103,22	127,12	338
Тополь	0,85	5,83	18,3	37,58
Пр. мгл	235,97	608,45	351,24	1358,5
Кубня– Булинский				
Хвойные				
Сосна	3956,39	1666,51	2469,83	711,43
Ель	748,17	46	103,17	70,27
Листв	101,17	15,56	0,58	0,18
Кедр	10,86	5,79	4,44	0,36
Твердолиственные				
Дуб в.ст	120,54	2907,8	815,5	568,39
Дуб н.ст	14,96	303,1	324,73	473,09
Ясень	95,62	13,37	115,92	42,64
Клен	27,31	16,27	75,95	27,98
Др. твл	27,65	61,18	13,88	20,2
Мягколиственные				
Береза	1650,52	2590,47	3435,16	1969,25
Осина	764,05	390,37	1335,77	1612,91
Ольха	156,86	227,36	280	744,5
Тополь	1,87	12,85	40,3	82,78

В Приволжском, Присурском почвенно-климатических подрайонах имеются участки лесов, созданные путем террасирования склонов. В большинстве насаждения нуждаются в уходе, конструкция насаждений нарушена, ухода не проводятся.

5.2 Влияние защитных лесных насаждений на продуктивность склоновой растительности

С целью установления закономерностей повышения продуктивности растительности склоновой территории под влиянием защитных лесных насаждений и мульчирования проведены исследования на опытном участке в хозяйстве «Новое Чемеево» Моргаушского района Чувашской республики.

Опытный участок включает в себя: - защитные лесные насаждения (ЗЛН) возрастом 45 лет на крутосклоне крутизной более 15° (0,27). Состав ЗЛН - 6 Дуба черешчатого 4 Липы мелколистной- 6Д4Лп. Защитная высота насаждений – 15,4 м. Бонитет – II и III. На вариантах с мульчированием – склоновая растительная территория между защитными лесными насаждениями покрывалась рулонами прессованной листвы. Почва- серая лесная.

Теоретической основой повышения продуктивности сельскохозяйственных угодий в зависимости от плодородия почв и степени защищенности агроландшафта противоэрозионными приемами является использование аналитического и эмпирического методов, на основе которых построена множественная регрессия

$$Y = b_0 + b_1 \cdot J + b_2 \cdot П + b_3 \cdot B_1 + b_4 \cdot J \cdot П + b_5 \cdot J \cdot B_2 + b_6 \cdot П \cdot B_3 + b_7 \cdot J \cdot П \cdot B_4), (5.1)$$

где - Y – продуктивность трав пастбищ, т/га;

J – уклон склона;

$П$ – содержание питательных веществ (NPK) в горизонте А, мг/кг;

B – степень защищенности угодий от эрозии защитными лесными насаждениями и мульчированием: B_1 – открытый склон (контроль) - 0,1; B_2 – мульчирование – 0,4; B_3 – защитные лесные насаждения на склоне – 0,6; B_4 – защитные насаждения+мульчирование– 0,9; b_0 - b_7 – коэффициенты множественной регрессии.

Обследование почвы опытных участков показал, что с увеличением уклона склона (крутизны), происходит снижение содержания гумуса в почве с 2,20 до 1,86% (Таблица 5.5).

Таблица 5.5 - Показатели плодородия серой лесной почвы в горизонте А по типам агроландшафта в лесостепи Приволжской возвышенности

Показатели	Серая лесная почва			
	Тип агроландшафта			
	крутой, >8°			
	20°	15°	22°	29°
Гумус, %	<u>1,97</u> 2,33	<u>2,20</u> 2,71	<u>2,03</u> 2,64	<u>1,86</u> 2,46
Питательные элементы, мг/кг:	<u>5,1</u>	<u>7,5</u>	<u>6,2</u>	<u>5,0</u>
азот (N)	14,6	14,6	11,9	9,4
фосфор(P)	<u>6,9</u> 12,8	<u>19,2</u> 24,6	<u>15,6</u> 19,1	<u>12,9</u> 15,7
калий(K)	<u>140,7</u> 174,6	<u>121,8</u> 138,7	<u>108,4</u> 121,1	<u>84,1</u> 96,6
Сумма NPK	<u>152,7</u> 198,6	<u>148,5</u> 177,9	<u>130,2</u> 152,1	<u>102,0</u> 121,7

С увеличением уклона, под влиянием защитных насаждений и мульчирования прессованной листвой содержание гумуса в серой лесной почве уменьшается, но в абсолютном значении меньше, например, 0,25% против 0,34% . Питательные элементы претерпевают ту же динамику, что и гумус, в связи с изменением уклона и воздействия защитных насаждений и мульчирования. Содержание азота на опытных участках без влияния лесных насаждений и мульчирования низкое – менее 5,1-7,5 мг/кг, а под влиянием насаждений и мульчирования, оставаясь низким, увеличивается в 1,9-2,8 раза, до 14,6 мг/кг (Таблица 5.6). Противоэрозионные приемы повышают содержание фосфора до среднего уровня (12,8-24,6 мг/кг) на крутосклонах >15° серой лесной почвы – в 1,2-1,8 раза. Защитные насаждения и прессованная листва повышают содержание калия в почве на 12,0-24,3% на склонах с крутизной более 8°. Снижение продуктивности трав на склонах связано с уклоном склона, с возрастанием которого уменьшается содержание гумуса и питательных

элементов в почвах. Падение продуктивности трав составляет на серых лесных почвах – до 92,1%. Защитные насаждения с мульчированием прессованной листвой повышают продуктивность трав на крутосклонах до 28,6% (Таблица 5.6). Под влиянием защитных лесных насаждений изменяется ботанический состав трав с увеличением видов семейства бобовых (вика, чина, клевер, астрагал и др.), обладающих более ценными кормовыми качествами по сравнению с остальным разнотравьем (злаковыми, астровыми и др.).

Таблица 5.6– Влияние защитных лесных насаждений и мульчирования на продуктивность трав склоновой территории в зависимости от типа агроландшафта на Приволжской возвышенности

Тип агроландшафта, уклон	Продуктивность трав на склонах, т/га	
	серая лесная почва (2011-2015 гг.)	
Крутой, (>8°):		<u>2,07</u>
		2,62
20°		<u>2,69</u>
		3,34
15°-22°		<u>1,72</u>
		2,18
29°		<u>1,40</u>
		1,80
Числитель – агроландшафт; знаменатель – агролесоландшафт		

Регрессионно-корреляционный анализ показал, что продуктивность трав на склонах на 88-95% обусловлен типом и степенью защищенности агроландшафта комплексом насаждений и агроприемов, содержанием питательных элементов в почве (Таблица 5.7, Рисунок 5.3 и 5.4).

Таблица 5.7– Продуктивность трав на склонах под влиянием уклона, питательных элементов, защитных насаждений и мульчирования на серой лесной почве в лесостепи Приволжской возвышенности

Степень защищенности	Серая лесная почва		
	Уклон		
	0,27	0,40	0,55
0,1(открытый склон)	$\frac{2,69}{148,5}$	$\frac{1,72}{130,2}$	$\frac{1,40}{102,0}$
0,6(склон+защитное насаждение)	$\frac{3,09}{160,1}$	$\frac{1,99}{143,9}$	$\frac{1,69}{113,4}$
0,9(склон+защитное насаждение+мульчирование)	$\frac{3,34}{177,9}$	$\frac{2,18}{152,1}$	$\frac{1,80}{121,7}$

Примечание. Числитель – продуктивность трав, т/га; знаменатель – содержание питательных элементов (NPK), мг/кг

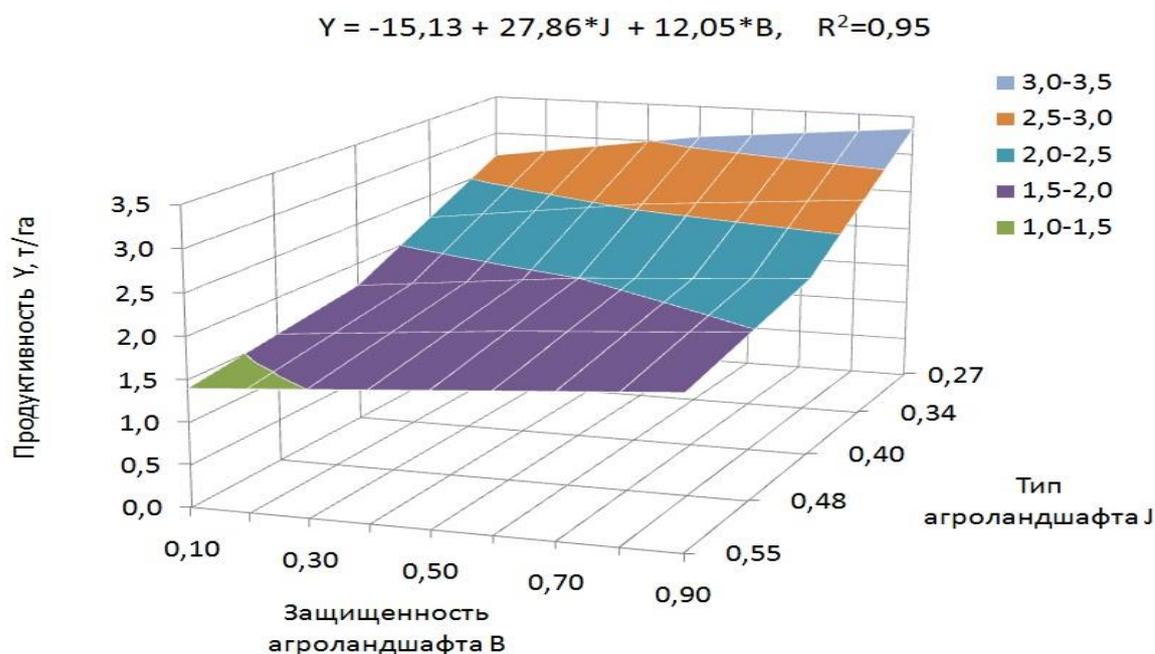


Рисунок 5.3 - Зависимость продуктивности трав склоновой территории от типа и защищенности агроландшафта противоэрозионными приемами на серой лесной почве

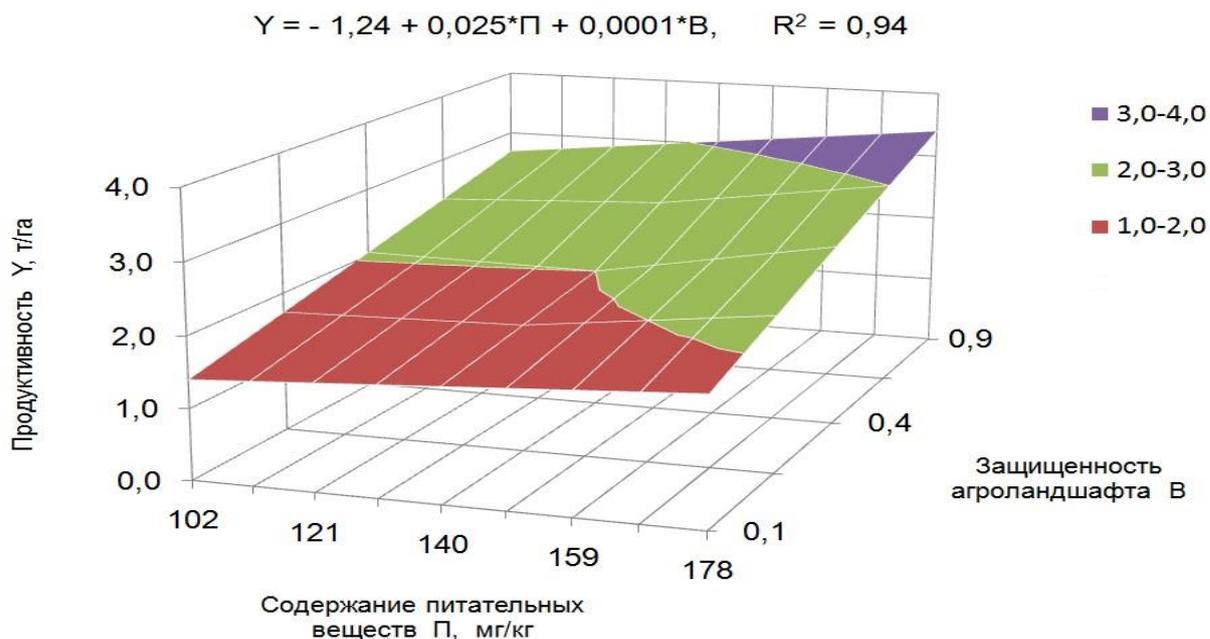


Рисунок 5.4 - Зависимость продуктивности трав склоновой территории от содержания питательных веществ (NPK) и защищенности агроландшафта противоэрозионными приемами на серой лесной почве

Коэффициенты детерминации равные 0,94-0,95 указывают на тесную связь между продуктивностью трав склона с уклоном, содержанием питательных элементов и применением комплекса противоэрозионных приемов на эрозионноопасных типах агроландшафта.

5.3 Ход роста древесных пород в защитных лесных насаждениях на склонах в Центральном подрайоне

С целью исследования особенностей роста и развития лесных насаждений были выбраны защитные массивные насаждения сосны обыкновенной, созданные в разное время и на разных экспозициях склона. Для обеспечения чистоты результатов исследования пробные площади выбирались с учетом условий местопроизрастания, происхождения, агротехники проведения лесокультурных работ. На всех выбранных участках почвы серые лесные суглинистые, со слабым напочвенным покровом. Насаждения созданы

ручным методом посадки полосами по схеме: расположение культур в ряду через 0,5 м, расстояние между рядами составляет 3 м. Характерной особенностью для всех исследованных участков является отсутствие достаточного ухода за культурами. В ходе исследования с целью изучения хода роста насаждения по высоте, диаметру на разных участках по профилю склона было заложено 58 временных пробных площадей (ВПП) в защитных насаждениях разных лет создания. На каждой пробной площади проведен сплошной пересчет деревьев, с определением высоты и диаметра деревьев. Полученные результаты обрабатывали методом математической статистики с использованием программы Statistica 8,0 и определяли средние показатели по пробной площади. Изучение хода роста основных пород лесных насаждений в Центральном почвенно-климатическом подрайоне проводили в соответствии с общепринятыми методиками. Пробные площади были заложены в пределах границы Центрального подрайона. Трансекта с профилями и пробными площадками с координатами 55° 45' 26" СШ и 47° 00' 27" ВД проложена на склонах теневой и солнечной экспозиций. Бровка солнечного склона находится на высоте 166 м над уровнем моря, долинная часть склона расположена на отметке 152 м, перепад высот – 14 м, крутизна склона составляет 25°. Теневой склон, крутизной 13°, протяженностью 110 м имеет верхнюю отметку – 168 м над уровнем моря (Рисунок 5.5). Насаждения сосны обыкновенной созданы путем механизированной посадки по схеме 3 x 0,5 м, средний возраст насаждений – 42 года, запас стволовой древесины сосны обыкновенной – 154 м³/га, полнота – 0,6.

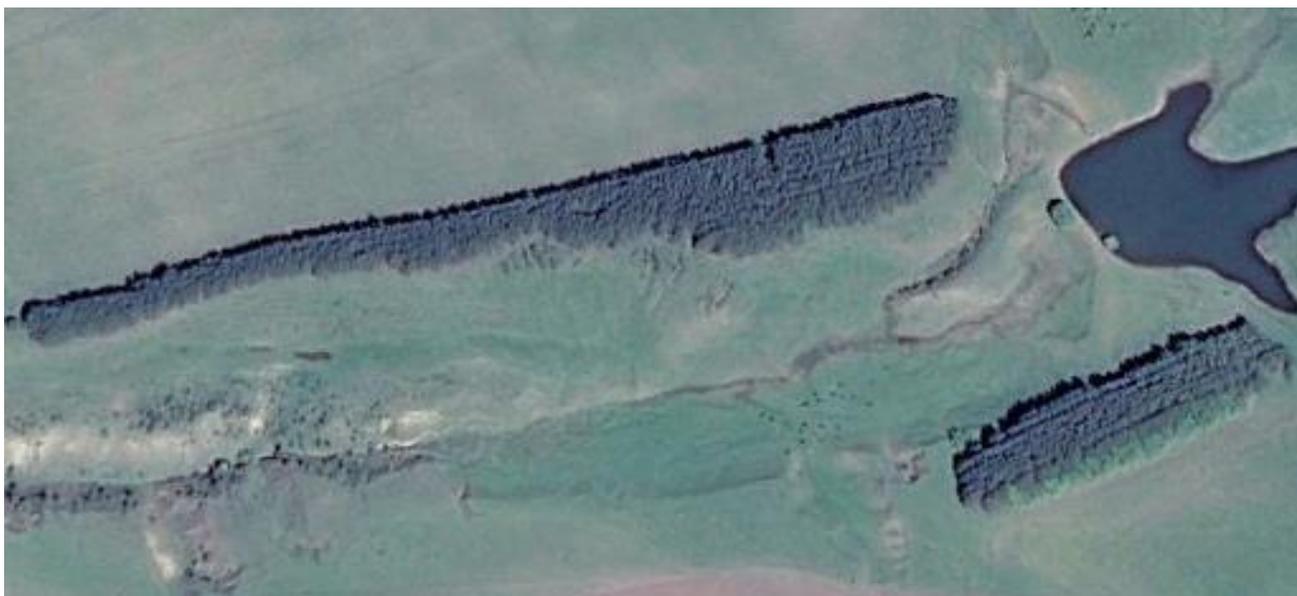


Рисунок 5.5 – Противозрозионные защитные лесные насаждения сосны обыкновенной в Центральном подрайоне

В таблице 5.8 приведены линейные показатели роста сосны обыкновенной на пробных площадях в присклоновом ТУМ. Длина участка лесов составляет 440 метров, ширина – от 30 до 60 м (Таблица 5.8, Приложение Д, Е).

Таблица 5.8 – Линейные показатели роста сосны обыкновенной на пробных площадях в верхней части солнечного склона

Статистические показатели	Номера рядов								В среднем по пробным площадкам	
	1		2		3		4			
	Н, м	Д см.	Н, м	Д см.	Н, м	Д см.	Н, м	Д см.	Н, м	Д см
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Хср.	11,2	18,4	10,8	17,5	10,5	10,6	10,4	10,2	10,63	14,18
± m	0,11	0,52	0,12	0,54	0,14	0,65	0,15	0,72	0,13	0,61
±δ	0,92	3,85	0,87	3,14	0,83	4,12	0,89	3,76	0,87	3,71
V, %	9,3	16,4	9,1	14,3	10,2	12,8	11,6	15,1	10,05	14,65
P, %	1,1	2,3	1,7	2,7	1,9	2,9	2,6	3,6	1,83	2,88
Xmin	7,2	7,8	6,2		5,2	5,8	3,2	4,6	5,45	4,55
X max	12,3	29,4	11,7	20,4	11,9	15,8	10,6	13,4	11,63	19,75

В связи с отсутствием должного ухода за посадками идет естественный процесс изреживания, участок сильно захламлен. Сохранность сосны обыкновенной на солнечном склоне составляет 52,0 %, при этом на отметке высот от 162 м. до 166 м вверх по склону сохранность достигает до 63,4 %, что связано с защитой стены леса с наветренной стороны расположенными выше рядами. В низовом ТУМ характер роста и развития сосны обыкновенной постепенно меняется. Данные исследований по пробным площадям показывают, что ряды, расположенные дальше от фронта насаждения, имеют лучшие показатели роста. С целью подтверждения дифференциации участков склона по условиям среды проводили исследования роста древесных пород в составе защитных лесных насаждений по модельным деревьям. В процессе камеральной обработки результатов исследования модельных деревьев был выполнен анализ хода роста ствола по высоте и диаметру. На рисунках 5.6 и 5.7 наглядно продемонстрировано изменение с возрастом высоты и диаметра.

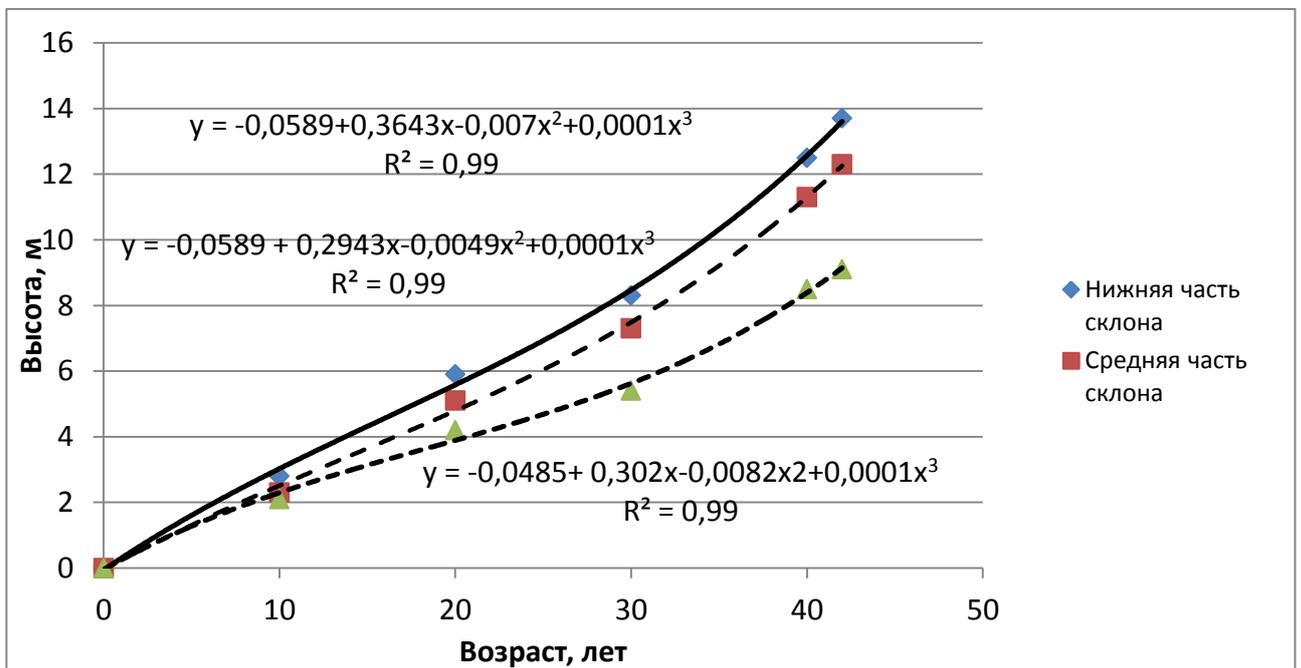


Рисунок 5.6 – Ход роста сосны в высоту на склонах солнечной экспозиции по типам условий местопроизрастания (ТУМ)

В Центральном подрайоне в качестве объекта для изучения были выбраны посадки сосны обыкновенной на теневой и солнечной экспозициях

Анаткассинского склона Аликовского района с координатами $56^{\circ} 44^1$ СШ и $48^{\circ} 58^1$ ВД. Протяженность теневого склона составляет 35 м, уклон - 35° . Умеренно–континентальный климат района подтверждается большой амплитудой среднемесячных температур самого холодного и самого теплого месяцев. Средняя годовая температура – $2,7-3,0^{\circ}\text{C}$.

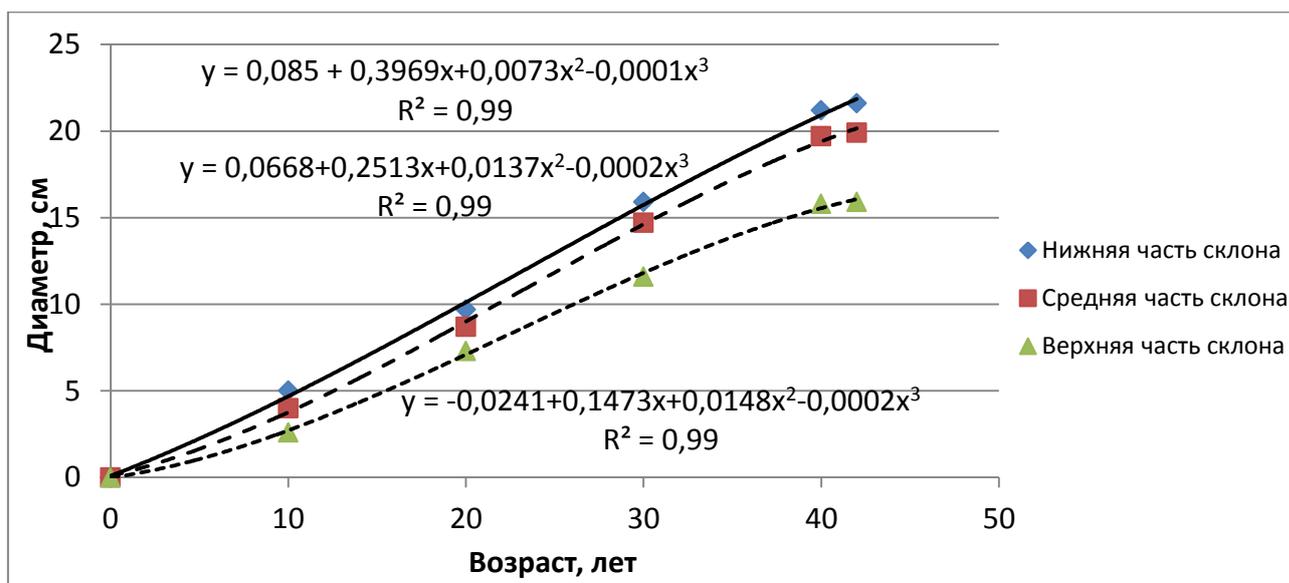


Рисунок 5.7 – Ход роста сосны по диаметру на склонах по типам условий местопроизрастания (ТУМ)

Средняя температура самого холодного месяца – января – $13,2^{\circ}$, а средняя температура июля – $18,8^{\circ}$, амплитуда колебания среднемесячных температур составляет 32° . Абсолютные минимумы температуры достигают в отдельные годы до -42° , а абсолютные максимумы – до $35,3^{\circ}\text{C}$. В обычных условиях без затенения максимальный прирост сосны наблюдается в возрасте 15–20 лет, при этом годичный прирост в высоту может достигать до 1 м. Наблюдается явное отставание в росте по высоте и диаметру сосны в присклоновом ТУМ склона в возрасте от 20 лет и старше. Достоверность представленной модели роста подтверждается результатами множественной регрессии зависимости роста в диаметре от высотной отметки склоновой поверхности, критерий Фишера $F(2,3) = 23,62$, что явно превышает табличное значение. Коэффициент

детерминации $R^2 = 0,99$ в срединном и низовом ТУМ склона и $R^2 = 0,96$ в присклоновом ТУМ склона. Квадратичная функция математической модели зависимости роста в высоту и диаметре на разных участках склона позволяет констатировать адекватность полученных моделей, так как они отличаются только коэффициентами, меняющимися в зависимости от условий местопроизрастания деревьев.

В таблице 5.9 представлены результаты дисперсионного анализа зависимости роста сосны обыкновенной от экспозиции и крутизны склона.

Так как F-статистики («F») для факторов «Рост линейный» и «Экспозиция и крутизна склона» больше критического уровня F-распределения («F-критическое»), экспозиция и крутизна склона имеет влияние на рост деревьев на склоне (Значение $P < 0,05$) (Приложение М).

Таблица 5.9 – Результаты дисперсионного анализа зависимости роста сосны обыкновенной от экспозиции и крутизны склона

Источники	Счет	Сумма	Среднее	Дисперсия		
1	2	3	4	5		
Экспозиция и крутизна склона						
Теневой склон крутизна 19°	37	2425,4	65,6	703,1		
Солнечный склон крутизна 16°	37	1635,15	44,2	189,0		
Солнечный склон крутизна 27°	37	1606,8	43,4	229,3		
Солнечный склон, крутизна 18°	37	1648,1	44,5	229,3		
Дисперсионный анализ						
<i>Источник вариации</i>	<i>SS</i>	<i>df</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>P-Значение</i>	<i>F критическое</i>
Рост линейный	44466,55	36	1235,182	32,09524	4,89E-43	1,52645
Экспозиция и крутизна склона	12847,79	3	4282,598	111,28	6,65E-33	2,688691
Погрешность	4156,368	108	38,48489			
Итого	61470,71	147				

Особенности роста растений сосны обыкновенной изучали и на склоне теневой экспозиции (таблица 5.10). Рельеф склона волнистый, речные долины, балки и овраги неглубокие, водораздел образуют широкое плато. Коэффициент расчлененности – 1,42. Наиболее распространенными почвами в районе исследования являются серые лесные почвы.

Результаты дисперсионного анализа показали, что зависимость роста деревьев от экспозиции склона носит нелинейный характер и в большинстве случаев с наибольшей степенью достоверности аппроксимации отражается квадратичной функцией. Средние значения диаметра закономерно уменьшаются при движении вверх по склону. Адекватность моделей зависимости роста сосны обыкновенной от места расположения на склоне доказана данными исследований линейного роста на верхних участках теневого и солнечного склонов.

Таблица 5.10– Данные математической обработки линейного и радиального роста сосны обыкновенной на теневом склоне

1	Линейный рост					Радиальный рост				
	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Годы	2009	2008	2007	2006	2005	2009	2008	2007	2006	2005
ΣX	1816	1616	1165	1056	645	353	555	913	1229	1467
Ср, ариф М	56,75	50,5	36,41	33	20,16	11,03	17,34	28,53	38,41	45,84
δ	6,19	6,78	6,89	7,41	7,53	2,18	3,27	7,71	6,96	7,81
CV	10,91	13,42	18,91	22,44	37,34	19,74	18,85	27,03	18,12	17,03
mM	1,09	1,2	1,22	1,31	1,33	0,39	0,58	1,36	1,23	1,38
mδ	0,77	0,85	0,86	0,93	0,94	0,27	0,41	0,96	0,87	0,98
mV	1,36	1,68	2,366	2,81	4,67	2,47	2,36	3,38	2,26	2,13

Исследуемые древостои отличаются высокой изменчивостью диаметров стволов. Наблюдаемая ассиметрия ствола по диаметру объясняется динамическими процессами на склонах. Разные значения диаметров ствола по

направлениям света позволяют использовать данный показатель в качестве биологического индикатора при мониторинге динамических процессов склоновых земель.

5.4 Ход роста древесных пород в защитных лесных насаждениях на склонах в Присурском подрайоне

Исследованию состояния особенностей роста и развития древесных растений в различных природных зонах посвящены работы таких ученых, как Г.С. Вараксина [86, 87]; В.С. Гельтман [110], А.М. Данченко [119]; Я.Н. Ишутина [147]; Д.А. Маштаков, А.Н. Автономов [199]; М.А. Орлова [223]; С. А. Родина [257] и др. Рост и продуктивность лесных насаждений в любых местопроизрастаниях зависят от почвенно–грунтовых условий. Лесорастительные условия на крутых склоновых землях ограничиваются основными лимитирующими факторами для роста и развития древесных пород – гидротермическими условиями и плодородием почвы [244, 251, 262, 287, 302, 308]. Для достижения максимального лесоводственного и мелиоративного эффекта наиболее целесообразно создавать лесные насаждения на откосах действующих склонов с обнажением материнских и подстилающих пород, залуженными откосами и днищами с постоянным водотоком. В виду сложности проведения агролесомелиоративных работ специалисты в области лесной мелиорации стараются избегать таких площадей. Трудности связаны не только с созданием новых защитных лесных насаждений ввиду крутизны склона, но и с предотвращением гибели существующих - из-за экстремальных условий. Изучение закономерностей роста защитных лесных насаждений сосны обыкновенной на склонах разной экспозиции, которые характеризуются различием почвенного плодородия и увлажнения, является важной проблемой для определения метода вовлечения таких «бросовых» земель в хозяйственный оборот. Для склоновых земель характерно большое разнообразие

экологических факторов даже в пределах одной системы, что определяет пестроту условий местообитания, резко отличающихся от равнинных площадей. По данным Петренко А.Е [230], Проездова П.Н., Маштаков Д.А. [242], Проценко Е.П. [245], склоны южной и смежных экспозиций получают больше солнечной радиации, они лучше освещены, являются более теплыми и в то же время менее увлажненными, чем противоположные склоны. В зависимости от континентальности климата, крутизны, господствующих ветров и других факторов различия между противоположными склонами усиливаются. Это, в свою очередь, определяет условия произрастания древесных растений. В связи с этим для различных зон рекомендуются и определенные, более оптимальные для древесных растений склоны. В основном лучшими условиями местопроизрастания отмечены склоны теневой экспозиции, где показатели роста древесных растений и кустарников выше, чем на солнечной экспозиции. Солнечные пологие склоны являются лучшими для роста растений в сравнении с солнечными крутыми [47]. В зависимости от климатических и почвенных условий подбирается состав лесообразующих пород. Наблюдаемая во многих случаях положительная межвидовая сопряженность растений разных ярусов свидетельствует о том, что их экологические оптимумы в отношении почв близки или их экологические ареалы в значительной степени перекрываются, то есть подбор видового состава древесных пород и кустарников определяется прежде всего комплексом экологических условий. Можно констатировать, что создание лесных насаждений на склоновых землях остается проблемной в современной агролесоводственной науке из-за недостаточности данных исследований экологических особенностей склонов разной экспозиции. В пределах лесостепи Приволжской возвышенности нами изучены защитные массивные насаждения ели в Присурском почвенно-климатическом подрайоне на территориях Моргаушского района Чувашской Республики и Горномарийского района Республики Марий Эл. На опытных участках

закладывались пробные площади размерами 40 х 60; 50 х 100 м, обеспечивающие учет не менее 200 экземпляров деревьев. На рисунках 5.8 и 5.9 приведены графики роста ели европейской в возрасте 60 лет, произрастающей в разных частях склона.

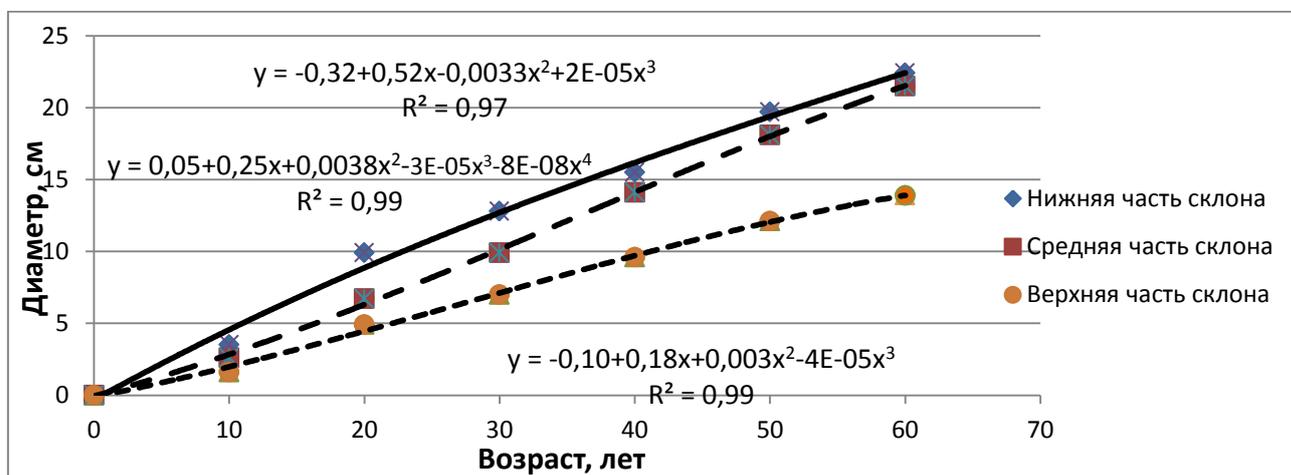


Рисунок 5.8 – Ход роста ели европейской по диаметру по типам условий местопроизрастания (ТУМ)

Методом сплошного перечета и обмера растений на пробной площади устанавливались вид, количество, состояние, высота, диаметр и другие таксационные показатели. Все показатели обрабатывались методом вариационной статистики. При этом определялись средние показатели, ошибка, точность и достоверность опыта [88]. В отличие от сосны обыкновенной ель европейская в составе защитных лесных насаждениях растет значительно хуже. Сравнительный анализ роста модельных деревьев на разных участках склона показывает, что ель европейская растет значительно медленнее в срединном и присклоновом (верхнем) ТУМ склона. Интенсивный рост ели в нижней части склона связан с наиболее благоприятными почвенными и гидротермическими условиями. Типичный ход роста по высоте и диаметру у ели обычно характеризуется постепенным подъёмом в молодом возрасте и интенсивным ростом в старшем возрасте. В присклоновом и срединном ТУМ склона рост в высоту соответствует квадратичной функции, по диаметру –

функции третьего и четвертого порядка, и адекватность полученной модели подтверждается величиной коэффициента детерминации $R^2 = 0,97-0,99$.

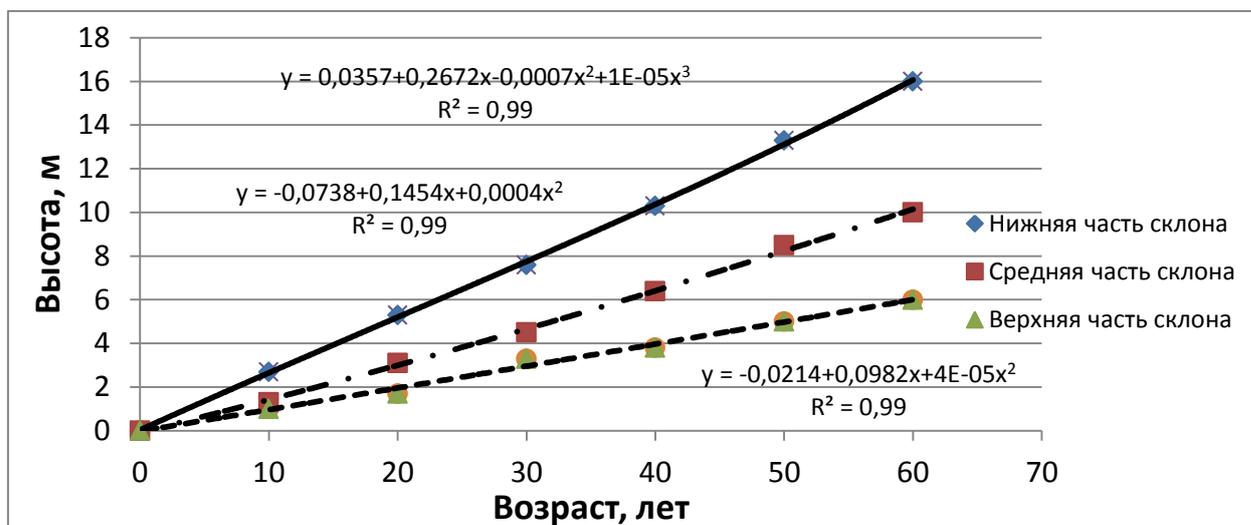


Рисунок 5.9 – Ход роста ели европейской в высоту по типам условий местопроизрастания (ТУМ)

Рост по высоте и диаметру ели европейской на солнечном склоне зависит от высотного положения растений. Данные математической обработки полученных результатов позволяют сделать выводы о зависимости роста и развития растений от экологических условий (Таблица 5.11).

Таблица 5.11 – Данные математической обработки линейного и радиального роста ели европейской на солнечном склоне

1	Линейный рост. см				Радиальный рост. мм			
	2	3	4	5	6	7	8	9
Годы	2014	2013	2012	2011	2014	2013	2012	2011
$\sum X$	405	312.5	280	284.5	141.8	197	252	116.1
Ср. ариф. М	13.5	10.42	9.33	9.81	4.73	6.6	8.4	4.3
δ	8.32	19.34	10.02	12.86	1.5	2.27	2.54	1.26
CV	61.63	185.6	107.4	131.09	31.81	34.39	30.23	29.3
mM	1.52	3.53	1.83	2.39	0.28	0.42	0.47	0.24
m δ	1.07	2.49	1.29	1.69	0.2	0.3	0.33	0.17
mV	7.96	23.95	13.86	17.2	4.17	4.51	3.97	4

Результаты измерений линейного и радиального роста по годам достаточно наглядно показывают увеличение приростов растений в срединном ТУМ и снижение приростов в присклоновом ТУМ склона. Снижение показателей роста растений в присклоновом ТУМ объясняется недостатком влаги и слабыми показателями плодородия почвы в результате постоянного вымывания микрочастиц почвы с верхних горизонтов вниз по склону. По результатам изучения линейного и радиального роста деревьев в защитных лесных насаждениях в пределах исследованных территорий установлено, что линейный и радиальный рост увеличивается по мере снижения уровня отметки высоты склона.

Для оценки зависимости роста древесных пород от крутизны склона изучался характер роста ели европейской на пробных площадях в Присурском подрайоне. Защитные массивные насаждения созданы на склонах теневых и солнечных экспозиций, по схеме посадки 2,5 x 0,7 рядовой посадкой.

Возраст насаждений теневой и солнечной экспозиций – 44 года. Зависимости среднего годового прироста ели европейской от экспозиции и крутизны склона представлены на графике, отображенном на рисунке 7.8. Регрессионный анализ показал, что зависимость роста деревьев от экспозиции склона носит нелинейный характер и в преобладающем большинстве случаев с наибольшей степенью достоверности аппроксимации отражается квадратичной функцией. Рост деревьев на склонах зависит прежде всего от обеспеченности субстратами роста и ингибируется температурой и низким водным потенциалом почвы.

Уравнение зависимости роста ели европейской от экспозиции и крутизны склона позволяет доказать большую внутреннюю связь переменных и агроэкологический смысл всех переменных и параметров. Анализ роста ели европейской на теневых склонах показал существенные различия в интенсивности роста склонов солнечных экспозиций. Приведенные данные по

характеру роста ели европейской теневого склона варьируют в 56 %, полученные с помощью модели кривые роста соответствуют кривым роста в условиях склона солнечных экспозиций и крутизны (Рисунок 5.10).

Для проверки влияния уровня солнечной радиации на ростовые процессы растений в склоновых системах нами были исследованы растения, которые находились в определенной конкуренции с первой группой растений.

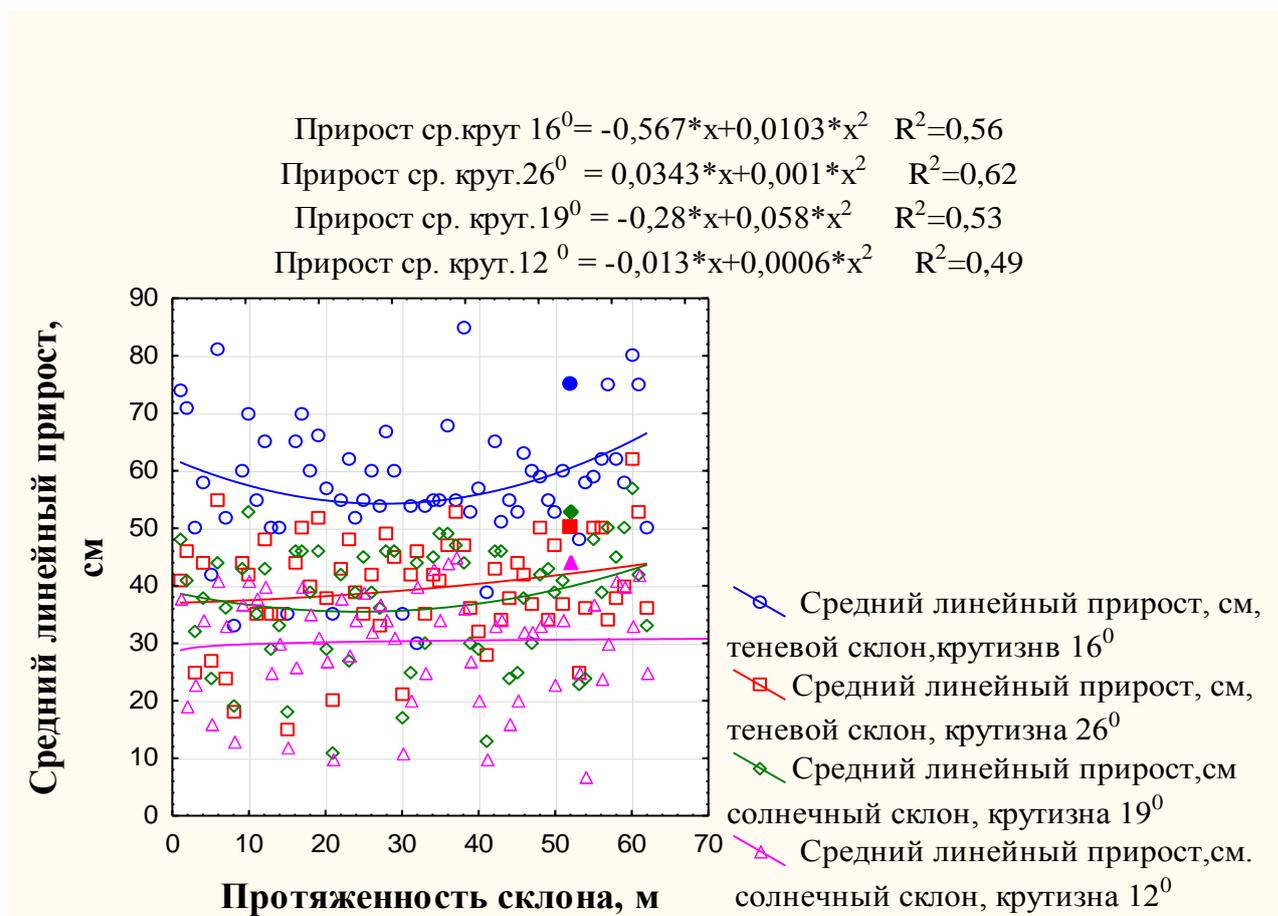


Рисунок 5.10 – Зависимость среднего годовичного прироста ели европейской от экспозиции и крутизны склона

Условно такие растения были представлены как растения первого и второго рядов (Таблица 5.12, Приложение М). Растения второго ряда находятся под определенной защитой от прямого воздействия солнечных лучей, особенно в период высокой солнечной активности.

Анализ таблицы 5.12 показывает, что средние значения линейных и радиальных приростов растений второго ряда на солнечном склоне отличаются

от значений растений первого ряда. Максимальный годичный прирост деревьев второго ряда составил 18 см, а растений первого ряда – 13.5 см. Максимальные значения линейного роста растений второго ряда наблюдаются на высотных отметках 111–114 м и постепенно снижается от средней к долинной части склона.

Таблица 5.12 – Результаты математической обработки линейного и радиального роста ели европейской на солнечном склоне (2 ряд)

1	Линейный рост. мм				Радиальный рост. мм			
	2	3	4	5	6	7	8	9
Годы	2014	2013	2012	2011	2014	2013	2012	2011
X	434.1	360	204.6	276	119	147	218	247
M	18.09	15	8.53	11.5	5.17	6.13	9.08	10.29
δ	7.96	7.55	3.44	3.22	1.27	1.01	3.13	3.72
CV	44	50.33	40.19	28	24.56	16.48	34.47	36.19
mM	1.62	1.54	0.7	0.066	0.26	0.21	0.64	0.76
m δ	1.15	1.09	0.5	0.46	0.19	0.15	0.45	0.54
mV	6.35	7.26	5.8	4.04	3.62	2.38	4.97	5.22

Данная зависимость повторяется ежегодно. У растений второго ряда наблюдается определенные пики в радиальном приросте на отметках 114–115 м и 130–132 м, то есть микрорельеф оказывает определенное влияние на характер роста растений. Теневой склон отличается от солнечного уровнем солнечной радиации и особенностями воздействия поздних весенних и ранних осенних заморозков. Линейный рост хвойных древесных растений на склонах теневой экспозиции отличается от значений линейного роста растений солнечного склона. Среднее значение линейного роста ели европейской на теневом склоне первого ряда составляет 13.47 см, на солнечном склоне – 10.77 см, а средний радиальный прирост на 0.27 мм меньше по сравнению с приростом на солнечном склоне. С целью определения зависимости микрорельефа и условий защищенности растений второго ряда на склонах солнечной экспозиции мы изучали особенности роста растений в условиях защищенности растениями

первого ряда (Рисунок 5.11). Полученные результаты в ходе изучения линейного и радиального роста у растений второго ряда на теневом склоне показали, что средние значения линейного роста 15,25 см. а радиального – 7,83 мм.

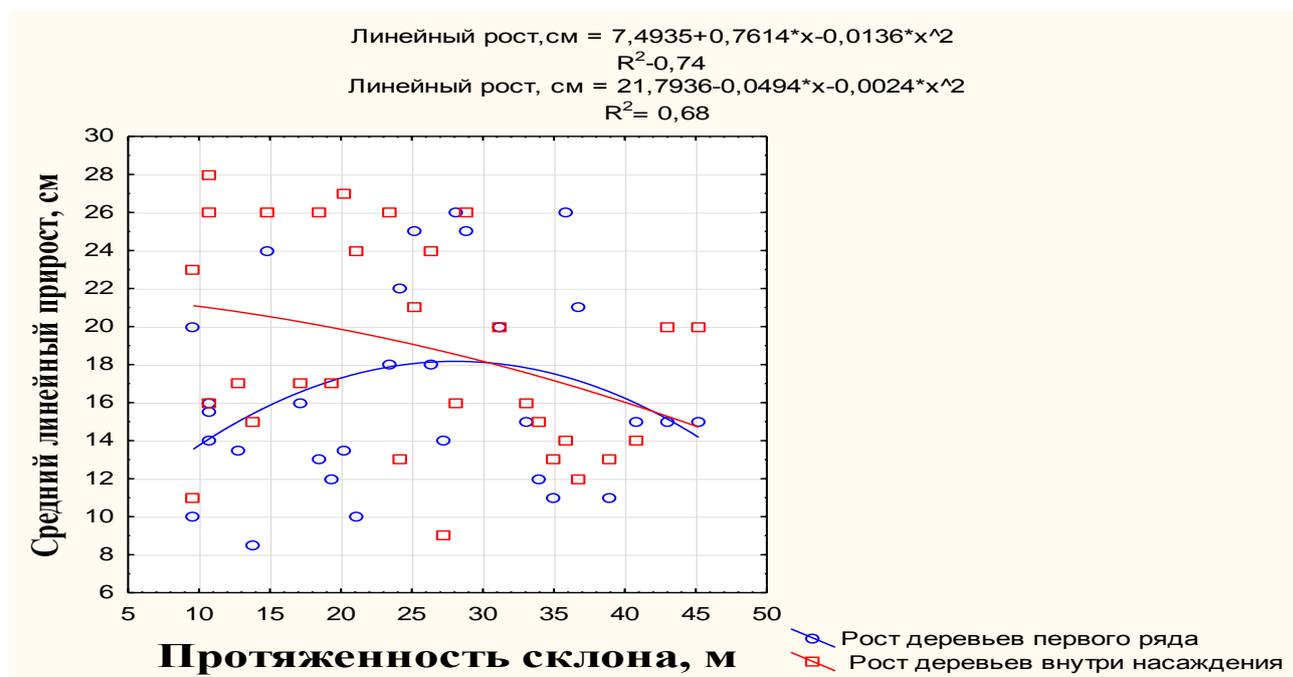


Рисунок 5.11 – Сравнительные показатели роста ели европейской первого ряда и внутри насаждения на теневом склоне

Это на 12 % больше по сравнению с первым рядом теневого склона, и на 29,5 % больше по сравнению с растениями первого ряда солнечного склона.

5.5 Ход роста древесных пород в защитных лесных насаждениях на склонах в Приволжском подрайоне

Приволжский подрайон расположен вдоль р. Волги и тянется от устья Суры до устья Свияги. Общая протяженность по Волге составляет 205 км и в глубину до 20 км южнее от берега р. Волги. Примерная площадь рассмотренного района составляет 4000 кв. км. Склоны в основном северной экспозиции, заняты липовыми, дубовыми насаждениями, местами встречаются искусственно созданные сосновые, еловые и лиственничные насаждения.

В липовых насаждениях в подлеске почти на всем протяжении по Волге встречаются Клен татарский (*Acer tataricum*), Лещина обыкновенная (*Corylus avellana* L.). Волчьи ягоды (*Daphne mezereum* L.), Бересклет бородавчатый (*Euonymus verrucosa* Scop.), Жимолость обыкновенная (*Lonicera xylosteum* L.), Крушина слабительная (*Rhamnus cathartica* L.). Бузина красная (*Sambucus racemosa* L.). Рябина обыкновенная (*Sorbus aucuparia* L.), Калина обыкновенная (*Viburnum opulus* L.), а по берегам рек заросли Ежевики обыкновенной (*Rubus vulgáris*), Лещина обыкновенная (*Corylus avellana* L.) и Бересклет бородавчатый (*Euonymus verrucosa* Scop.) встречаются почти во всех ассоциациях и водоохранных лесов. Ассоциации лещины и бересклета приурочены к освещенным северным склонам, а на тенистых склонах глубоких оврагов развиты очень слабо, иногда совершенно отсутствуют. Состав травянистых растений представлен ассоциациями Сныти обыкновенной (*Aegopodium podagraria* L.), Подмаренника душистого (*Asperula odorata* L.), Осоки волосистой (*Carex pilosa* Scop.), а на открытых полянах – Ландыша майского (*Convallaria majalis* L.), Звездчатки ланцетовидной (*Stellaria holostea* L.). Редко встречается Ветреница дубравная (*Anémone nemorósa* L.), Волóдушка золотíстая (*Vupleurum aureum* Fisch.ex Hoffm.) и другие, которые широко распространены в равнинных широколиственных лесах. На склонах оврагов и подножий теневых склонов в липняках нередко можно увидеть ассоциации Ветреницы лютичной (*Anemone ranunculoides* L.).

Дубравы развиты преимущественно на восточных и западных склонах и в нижней части солнечных склонов. В отличие от липовых насаждений формации дуба приурочены к более сухим и световым и прогреваемым склонам, где подстилающими породами являются известняки и мергели. С изменением геологических особенностей грунтов формируются многоярусные насаждения на суглинистых и глинистых почвах, что сказывается на водно-физических свойствах почв, и меняются напочвенный покров и подлесок. В

подлеске, как правило, произрастают большие заросли лещины с примесью бересклетов европейского и бородавчатого, клена татарского, свидины, боярышника, бузины, бирючины, крушины и др. В напочвенном покрове под пологом леса встречаются ассоциации сныти обыкновенной, копытеня европейского, чины весенней, колокольчика крапиволистного, осоки волосистой, ежи сборной, гравилата городского, медуницы, звездчатки, фиалки.

Пробные площади были заложены в насаждениях дуба черешчатого, имеющие координаты $55^{\circ}01'05''$ СШ и $47^{\circ}57'12''$ ВД. Теневой склон с уклоном 20° , протяженностью 220 м, высотой в присклоновом ТУМ склона в 150 м в долине – 106 м перепад высот составляет 38 м, средний возраст насаждения – 38 лет, средняя высота – 12 м., полнота – 0.2, средний запас на 1 га – 87 м^3 . Состояние насаждений неудовлетворительное. Число растущих деревьев дуба по пробным площадям составляет в среднем 150–200 шт./га. Наблюдается сильное усыхание на площадках, примыкающих к северо-западным стенам леса, а также в понижениях рельефа из-за застоя зимой холодного воздуха.

Солнечный склон с уклоном 16° , протяженностью 160 м, с перепадом высот в 25 м, занят насаждениям по древесному типу смешения Дб–Кл, средний возраст – 38 лет, средняя высота – 14 м, полнота – 0.4, средний запас на 1 га – 116 м^3 .

Профиль 1. Пробные площади 1. 2. 3. Профиль заложен в верхней части солнечного склона с целью выявления и оценки влияния экологических факторов на рост дуба черешчатого.

Профиль 2. Пробные площади 4, 5, 6. Профиль заложен в средней части солнечного склона с целью выявления и оценки влияния естественной среды на рост дуба черешчатого в зависимости от положения на склоне.

Профиль 3. Пробные площади 7, 8, 9. Профиль заложен в нижней части солнечного склона с целью оценки влияния естественных факторов, формируемых на разных участках склона на рост дуба черешчатого.

Профиль 4. Пробные площади 10, 11, 12. Профиль заложен в долинной части солнечного склона с целью оценки влияния недостатка солнечной радиации, температуры и переувлажненности почвы на рост дуба черешчатого.

Профиль 5. Пробные площади 13, 14, 15. Профиль заложен в нижней части теневого склона с целью оценки влияния температуры и осадков на рост дуба черешчатого.

Профиль 6. Пробные площади 16, 17, 18. Профиль заложен в средней части теневого склона с целью оценки влияния температуры и осадков на рост дуба черешчатого.

Профиль 7. Пробные площади 19, 20, 21. Профиль заложен в верхней части теневого склона с целью оценки влияния естественных факторов среды обитания на рост дуба черешчатого.

Профиль 8. Пробные площади 22, 23, 24. Профиль заложен в верхней части теневого склона с целью оценки влияния естественных факторов среды обитания на рост дуба черешчатого по древесно-теневому и комбинированому типу смешения.

Профиль 9. Пробные площади 25, 26, 27. Профиль заложен в средней части теневого склона с целью оценки влияния естественных факторов среды обитания на рост дуба черешчатого по древесно-теневому и комбинированому типу смешения.

Исследования в защитных насаждениях в Приволжском почвенно-климатическом подрайоне проводили на опытных участках с координатами $56^{\circ}06' 01''$ СШ $46^{\circ}42'45''$ (окрестности д.д. Вомбакасы. Новое Чемеево Моргаушского района Чувашской Республики) (пробные площади 1, 2, 3). Защитные массивные насаждения в возрасте 45 лет созданы путем

механизированной посадки по древесному типу смешения –Лп–Дб–Кл– (Рисунок 5.12). Склон прямой, крутизна склона 15°, местами встречаются незначительные понижения. Почва светло-серая, средней влажности, комковатая, растительный слой плотный, пронизан грубыми корнями разнотравья. Сравнение роста дуба и липы мелколистной показывает отставание дуба в росте от липы (Приложение 3). При этом затенение липы не создает определенных угрозы в росте дуба черешчатого. В дальнейшем рост дуба черешчатого опережает темпы роста липы мелколистной. Сравнение роста дуба черешчатого с кленом остролиственным показало, что клен остролиственный намного опережает в росте дуб черешчатый в раннем возрасте и к возрасту 25–27 лет начинает его заглушать. По результатам инвентаризации доля дуба черешчатого к 30 годам составила 45 %, а клена остролистного – 55 %.



Рисунок 5.12 – Пробные площади в защитных массивных насаждениях дуба черешчатого на склоне солнечной экспозиции

Создание защитных лесных насаждений с использованием дуба черешчатого на склонах по древесному типу смешения возможно только в случае применения сопутствующей породы липы мелколистной или клена остролистного (Приложение 3).

Изучение взаимоотношений между древесными породами в защитных лесных насаждениях и жизнеустойчивости насаждений проводилось по методике К.К. Высоцкого [104], с помощью которой определялись: показатель напряженности роста (ПНР)- отношение высоты дерева к площади поперечного сечения на высоте груди; коэффициент конкурентных отношений (ККО)- отношение напряженности роста породы, имеющий лучший рост (наименьший ПНР) к напряженности роста каждой другой породы в том же насаждении; степень устойчивости насаждения (СУН) – отношение фактической суммы ККО и максимально возможной.

Продуктивность камбия (ПК) или отношение прироста древесины по объему за год или период лет к площади поверхности камбиальной ткани определялась по несколько преобразованной нами зависимости С.С. Пятницкого [248],

$$ПК = 1,68 \cdot x + 3,65 \cdot z - 0,05, \quad (5.2)$$

где ПК – продуктивность камбия, $\text{дм}^3/\text{м}^2$;

x – средний прирост по высоте, м;

z – средний прирост по диаметру, см.

Защитные насаждения, созданные по схеме 2x3 м в условиях Д₂, представляют собой насаждения по древесному смешению в возрасте 45 лет (пробные площади 4, 5, 6). Изучение основных таксационных показателей роста дуба черешчатого и липы мелколистной на пробных площадях показало, что в условиях пониженного рельефа дуб черешчатый в росте превышает липу мелколистную, но по средним показателям диаметра и высоты при одинаковом возрасте ниже, чем насаждения в верхней части склона. На склонах теневой экспозиции создаются благоприятные почвенно-экологические условия, что способствует лучшей сохранности деревьев в составе насаждений, их росту и развитию. Затененность стволов дуба сопутствующими породами по этой схеме смешения защищает насаждения дуба от резких колебаний температуры и

иссушения ветром. Размещение деревьев на склоне по рельефу на разных уровнях также влияет на продуктивность насаждений. В процессе изучения смешанных насаждений из дуба черешчатого с липой мелколистной определены основные параметры роста и развития деревьев, произрастающих на разных участках склона. Смещение дуба черешчатого по древесному типу – Лп–Д–Лп– позволяет получать высокопродуктивные насаждения на склонах солнечных экспозиций. Ход роста дуба черешчатого в высоту на разных участках склонов солнечной экспозиции представлен на рисунке 5.13.

Исследование лесоводственно-таксационных параметров древесных пород в защитных лесных насаждениях на различных частях склона показало закономерную динамику роста. С увеличением крутизны склона закономерно снижаются таксационные показатели древесных пород, прежде всего бонитета дуба, что связано с падением плодородия почвы в результате эрозии. Высота дуба с увеличением крутизны в 1,9-2,3 раза на серой лесной почве уменьшается на 6,9-11,3%, а диаметр – на 13,9-24,2 %. Показатель напряженности роста дуба с повышением уклона склона увеличивается на 21,4- 38,5%, а продуктивность камбиальной ткани уменьшается на 14,1-23,6%. Те же тенденции динамики лесоводственно-таксационных показателей характерны для сопутствующих пород. Отмечается высокое более 71% жизненное состояние древесных пород в защитных насаждениях (Таблица. 5.13).

Динамика роста в высоту дуба черешчатого в зависимости от возраста показывает, что, в первые 4-6 лет у породы развивается в основном корневая система, а затем крона. Зависимость хода роста в высоту дуба от возраста описывается уравнением А. Митчерлиха (рисунок 5.13):

$$h = a_1 \cdot [1 + \xi \cdot \exp(-a_2 \cdot \{t - a_3\})]^{-1/\xi}, \quad (5.3)$$

где h – высота дуба, м;

a_1, a_2, a_3 – параметры S-образной кривой;

t – возраст дуба, лет; ξ - степень кривизны кривой.

Таблица 5.13 – Показатели взаимоотношений древесных пород и жизнеустойчивости защитных лесных насаждений на серой лесной почве

Расположение защитных лесных насаждений на склоне	Порода	Средние				ПНР, см/см ²	ККО	СУН	ПК,	ЖЗ, %
		Д, см	Z, см/год	Н, м	X, м/год д					
Верхняя часть, крутизна 15°	Дч	19,7	0,44	17,1	0,38	5,61	1,00	1,79	2,19	87
	Лп	17,1	0,39	16,2	0,36	7,06	0,79		1,98	83
Средняя часть, крутизна 22°	Дч	18,1	0,40	16,6	0,36	6,45	1,00	1,81	2,01	84
	Лп	15,9	0,35	15,8	0,35	7,96	0,81		1,82	80
Нижняя часть, крутизна 29°	Дч	17,3	0,38	16,0	0,35	6,81	1,00	1,81	1,92	81
	Лп	15,1	0,33	15,1	0,33	8,44	0,81		1,71	77

Примечание. Дч – дуб черешчатый, Лп – липа мелколистная.

Для трех регрессионных кривых параметры $a_2 = 0,2$, $a_3 = 10$, а значения параметра a_1 для верхней, средней и нижней частей склона равны соответственно 8,1; 7,7 и 7,3 (Рисунок 5.13).

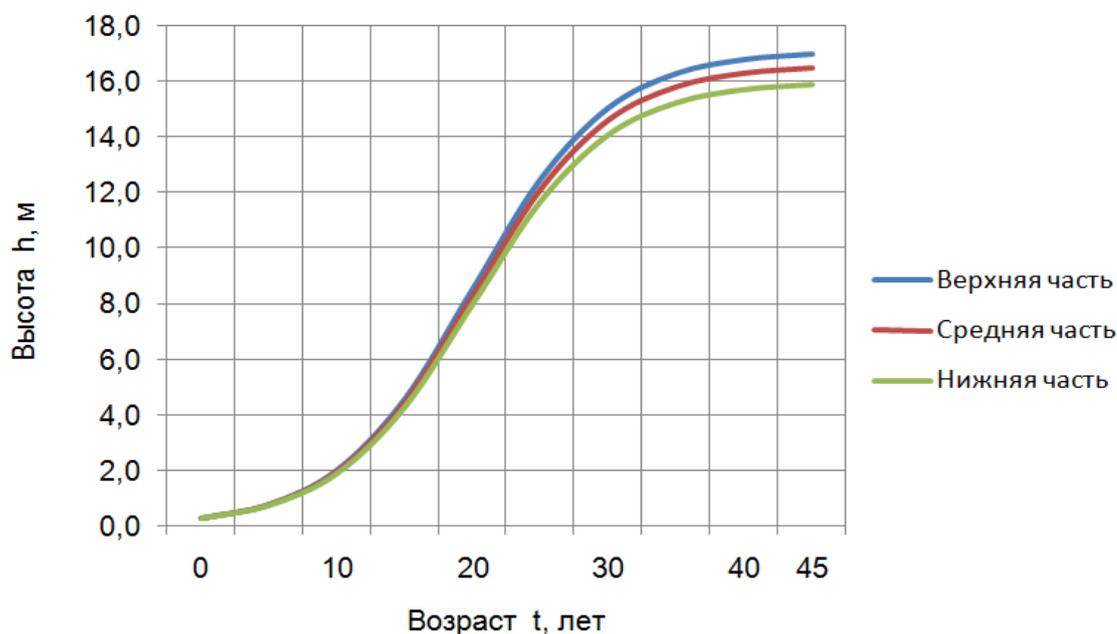


Рисунок 5.13 -Рост дуба черешчатого в защитных лесных насаждениях в высоту на разных частях склонов солнечной экспозиции

Регрессионно-корреляционный анализ показал, что из множества природно-антропогенных факторов, влияющих на рост в высоту дуба черешчатого, оказывают показатель напряженности роста, связанного с

диаметром породы, и продуктивность камбия, зависящей от приростов по диаметру и высоте. Коэффициент детерминации составляет 0,95, что указывает на тесную взаимосвязь изучаемых признаков (Рисунок 5.14.).

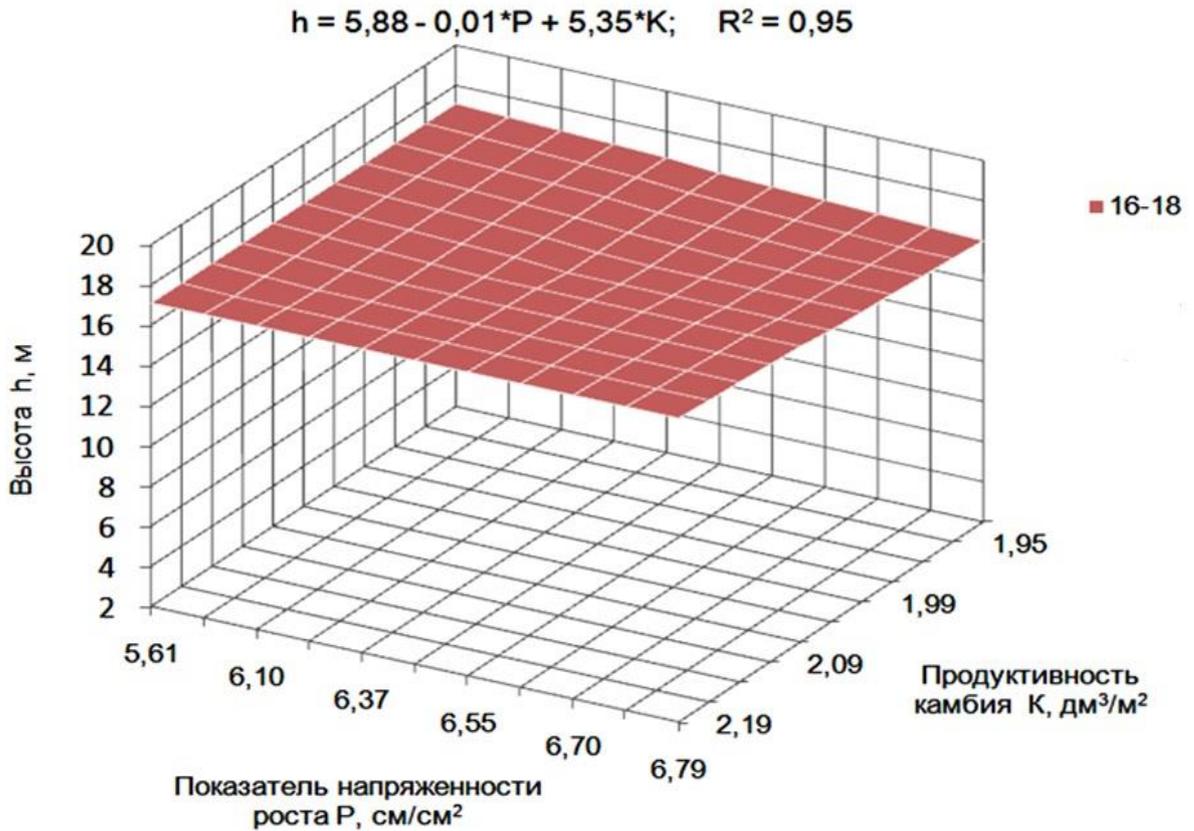


Рисунок 5.14 - Высота 45-летнего дуба черешчатого в зависимости от показателя напряженности роста и продуктивности камбия в лесостепи Приволжской возвышенности

Пробные площади 7, 8, 9 были заложены с целью выявления и оценки влияния естественной среды на рост дуба по древесно-кустарниковому типу смешения в зависимости от положения на склоне. Размещение деревьев на склоне по рельефу на разных уровнях также влияет на продуктивность насаждений. Сравнивая показатели роста дуба черешчатого в окружении липы мелколистной и акации желтой по древесно-кустарниковому типу смешения на разных уровнях (перепад высот 160–170–180 м), необходимо отметить, что темпы роста дуба черешчатого в средней части склона выше, чем в долинной и приривочной зоне, а у липы мелколистной интенсивный рост наблюдается в

верхней зоне склона (Приложение 3). Интенсивный рост липы мелколистной в верхней зоне склона, и защита нижних стволиков дуба от холодных потоков воздушных масс по склону в ночные часы, видимо, формирует определенный микроклимат, благоприятный для роста и развития дуба черешчатого.

Пробные площади для изучения насаждений по древесно-кустарниковому типу смешения были заложены на склоне солнечной экспозиции (10, 11, 12) (Рисунок 5.15, Приложение Е, 3).

Затененность долинной части, плохая прогреваемость почвы в утренние часы и значительная инсоляция поверхности склона в послеобеденное время накладывают свои отпечатки на характер роста и развития насаждений дуба черешчатого по древесно-кустарниковому типу смешения –Ак.ж.–Лп–Д–Лп–Ак.ж.



Рисунок 5.15 – Пробные площади в защитных массивных насаждениях на склоне солнечной экспозиции с координатами $55^{\circ}59'01''$ СШ и $46^{\circ}38'13''$ ВД

Сравнивая средние показатели роста древесных пород, можно отметить отставание в росте дуба черешчатого на всех участках по сравнению с липой мелколистной (Приложение 3). Значительные отличия в росте липы мелколистной по пробным площадям не отмечены (Рисунок 5.16 а, б).

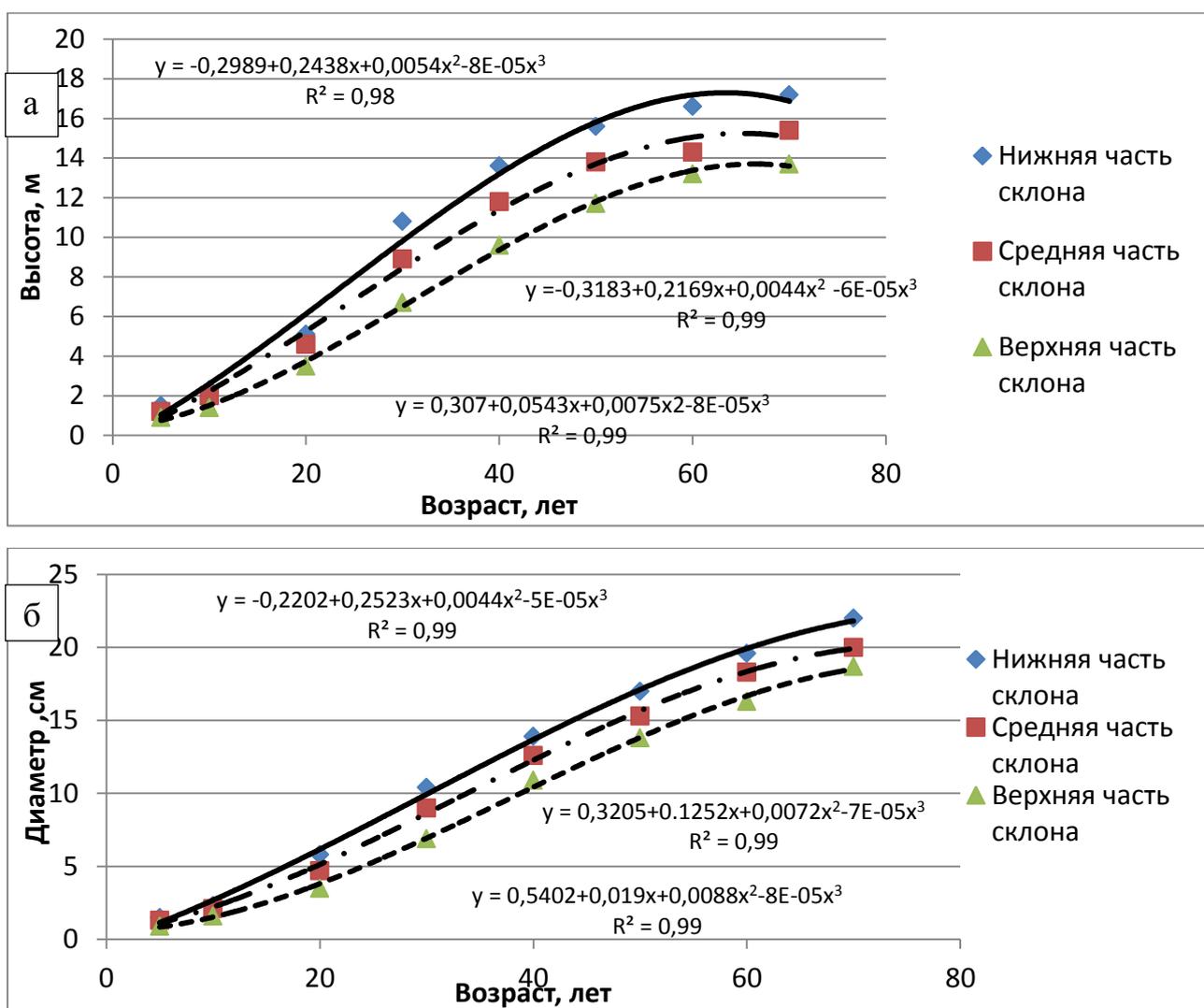


Рисунок 5.16 – Ход роста липы мелколистной по диаметру (а) и по высоте (б) на склоне солнечной экспозиции по типам условий местопроизрастания (ТУМ)

Наблюдается отставание в росте в высоту и диаметре на присклоновом ТУМ, низовой ТУМ по темпам роста оказывается наиболее благоприятным для роста липы мелколистной.

Пробные площади на тенивом склоне с координатами $56^{\circ}05'02''$ СШ и $46^{\circ}38'30''$ ВД были заложены в районе д. Шовбуси Моргаушского района Чувашской Республики (пробные площади 13, 14, 15) с целью оценки влияния температуры и осадков на рост дуба черешчатого по древесно-кустарниковому типу смешения (Рисунок 5.17, Приложение 3).



Рисунок 5.17 – Пробные площади в защитных массивных насаждениях дуба черешчатого на тенивом склоне

Склон протяженностью 600 метров, вершина склона с отметкой 175 м над уровнем моря, долинная часть – 111 м над уровнем моря. Характерной особенностью созданных насаждений является то, что посадки произведены вдоль водонакопительного пруда в пределах территории водоохранной зоны. Водоем создает относительно мягкий микроклимат по сравнению с открытой склоновой поверхностью и, с одной стороны, способствует созданию благоприятной экологической среды, с другой стороны, наблюдается переувлажнение почвы, что сказывается на росте дуба черешчатого. Насаждения по древесно-кустарниковому типу имеют относительно невысокие показатели линейного и радиального роста. Причиной может быть значительная изрезанность территории овражно-балочной системой и вынос питательных веществ и влаги с поверхности склона.

Пробные площади на склоне солнечной экспозиции с координатами $55^{\circ} 59'01''$ СШ и $46^{\circ}38'13''$ ВД были заложены в районе д. Новое Чемеево Моргаушского района Чувашской Республики. Склон занят защитными насаждениями по древесно-кустарниковому типу смешения (пробные площади

16, 17, 18) и древесно-теневого и комбинированному типу смешения (пробные площади 19, 20, 21, 22, 23, 24). Сравнивая средние показатели роста деревьев, можно отметить отставание в росте дуба черешчатого по сравнению с липой мелколистной на всех участках. Отличие в росте липы мелколистной по пробным площадям объясняется тем, что в условиях затенения липа, как теневыносливая порода, растет интенсивнее по сравнению с дубом черешчатым (Приложение 3).

На территории Приволжского подрайона изучали характер роста сосны обыкновенной в Горномарийском районе Республики Марий Эл. В почвенно-географическом отношении Горномарийский район относится к среднерусской провинции южно-таежной подзоны дерново-подзолистых почв. По механическому составу преобладают легкосуглинистые почвы. Рельеф района представляет собой высокую (до 204 м) волнистую равнину. Долинами рек территория района расчленена на ряд водораздельных пространств. Рассматриваемый участок представлен склоновыми землями юго-западной экспозиции, высота над уровнем моря – 215 м, крутизна – 30° , протяженность составляет 143 м. Посадки сосны 1975 года произведены под меч Колесова по схеме 0.5 x 1.5 м. Подстилающими породами являются средние и легкие суглинки. Серые лесные почвы отличаются наибольшей оподзоленностью и наименьшей мощностью гумусового горизонта. Их почвенный профиль включает следующие горизонты: A_0 (A_d) – лесная подстилка или дернина темно-бурого цвета, мощностью всего 0.5–2 см; A_1 – гумусово-элювиальный горизонт (до 10 см и менее) – светло-серый, белесоватый, комковато-ореховатой структуры, с кремнеземистой присыпкой, пронизан корнями растений; A_1A_2 – переходный гумусово-элювиальный горизонт серовато-белесоватого цвета, пластинчатый или ореховатый, с кремнеземистой присыпкой, содержит много корней, мощность на вершине склона составляет до 16 см, постепенно переходит в горизонт A_2B – переходный элювиально-

иллювиальный горизонт серовато-бурого цвета, мелкоореховатый или пластинчато-ореховатый, с кремнеземистой присыпкой, буровато-коричневыми коллоидами на гранях структурных отдельностей, уплотненный, содержит корни растений; переход постепенный; мощность $A_1A_2 + A_2B$ в основном не превышает 15–20 см; В – иллювиальный горизонт, бурый, плотный, с ореховатой и крупноореховатой структурой в верхней части и ореховато-призматической или призматической в нижней части склона, с коричневыми пленками на гранях структурных отдельностей, гумусовые пленки отсутствуют, переход постепенный; С – преимущественно легкие или средние суглинки, в которых карбонаты наблюдаются примерно лишь с глубины 2 м.

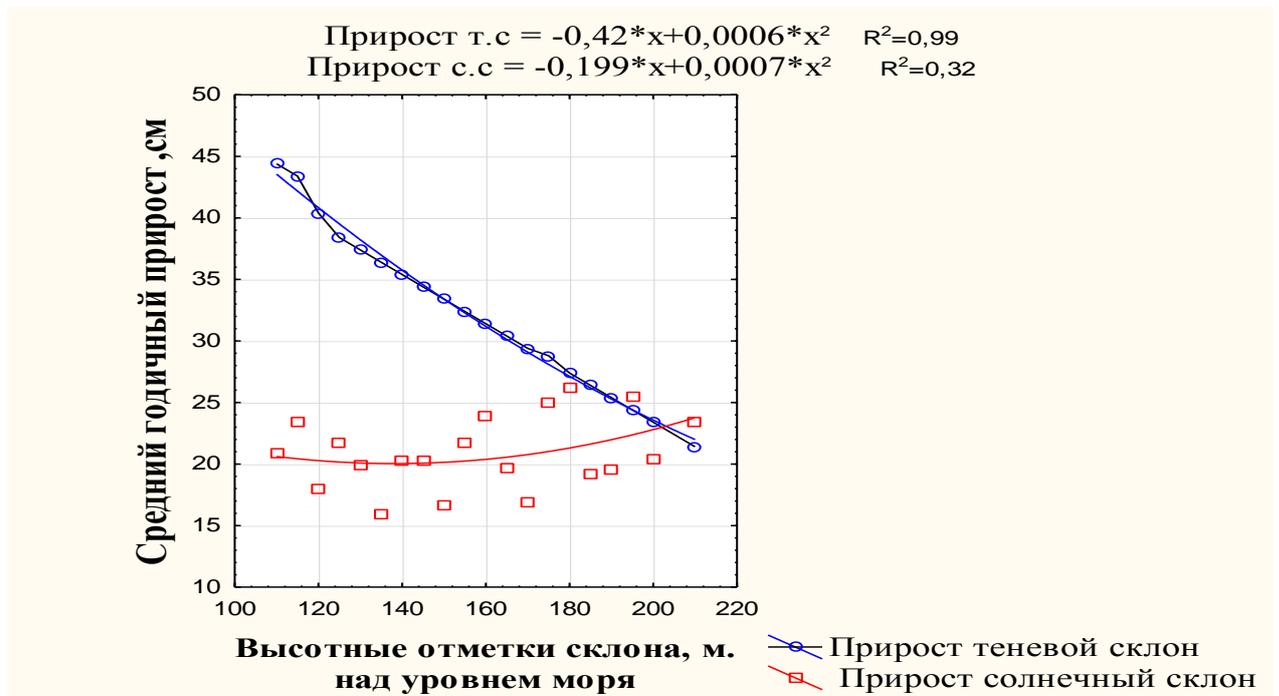


Рисунок 5.18– Сравнительный анализ линейного роста сосны обыкновенной на солнечном и теневом склонах

Сравнение линейного роста по разным экспозициям склонов показывает тесную корреляцию исследованных параметров, что почти на 99 % линейный рост сосны обыкновенной зависит от высоты склоновой поверхности. Результаты множественной регрессии зависимых переменных подтвердили полученные математические модели роста деревьев в зависимости от

высотного положения и экспозиции склона, критерий Фишера $-F(1,18) = 1317,5$ - модель является значимой.

5.6 Ход роста древесных пород в защитных лесных насаждениях на склонах в Цивиль-Кубнинском подрайоне

Ход роста основных пород насаждений изучали на пробных площадках на окраине д. Чутеево Республики Татарстан. Исследования характера роста сосны обыкновенной проводили по анализу линейного и радиального прироста. Сравнительный анализ отклика линейного прироста сосны обыкновенной на условия произрастания разных экспозиций склона показывает, что ход роста сосны обыкновенной теневого и солнечного склонов носят одинаковый характер (Рисунок 5.19).

На всех участках склонов, вне зависимости от экспозиции, характерны пиковые значения приростов до десятилетнего возраста и в период от 30 до 39 лет. Дальнейший всплеск прироста отмечается в возрасте 50 лет, что характерно только для западного склона. В более старшем возрасте радиальный рост на всех участках постепенно снижается. Необходимо отметить, что радиальный рост сосны обыкновенной меняется в зависимости от экспозиции склона. Наибольший радиальный рост наблюдается у деревьев на восточном склоне, наименьший – на северном и солнечном склонах, что объясняется максимальной инсоляцией солнечного склона и недостатком температуры на северном склоне.

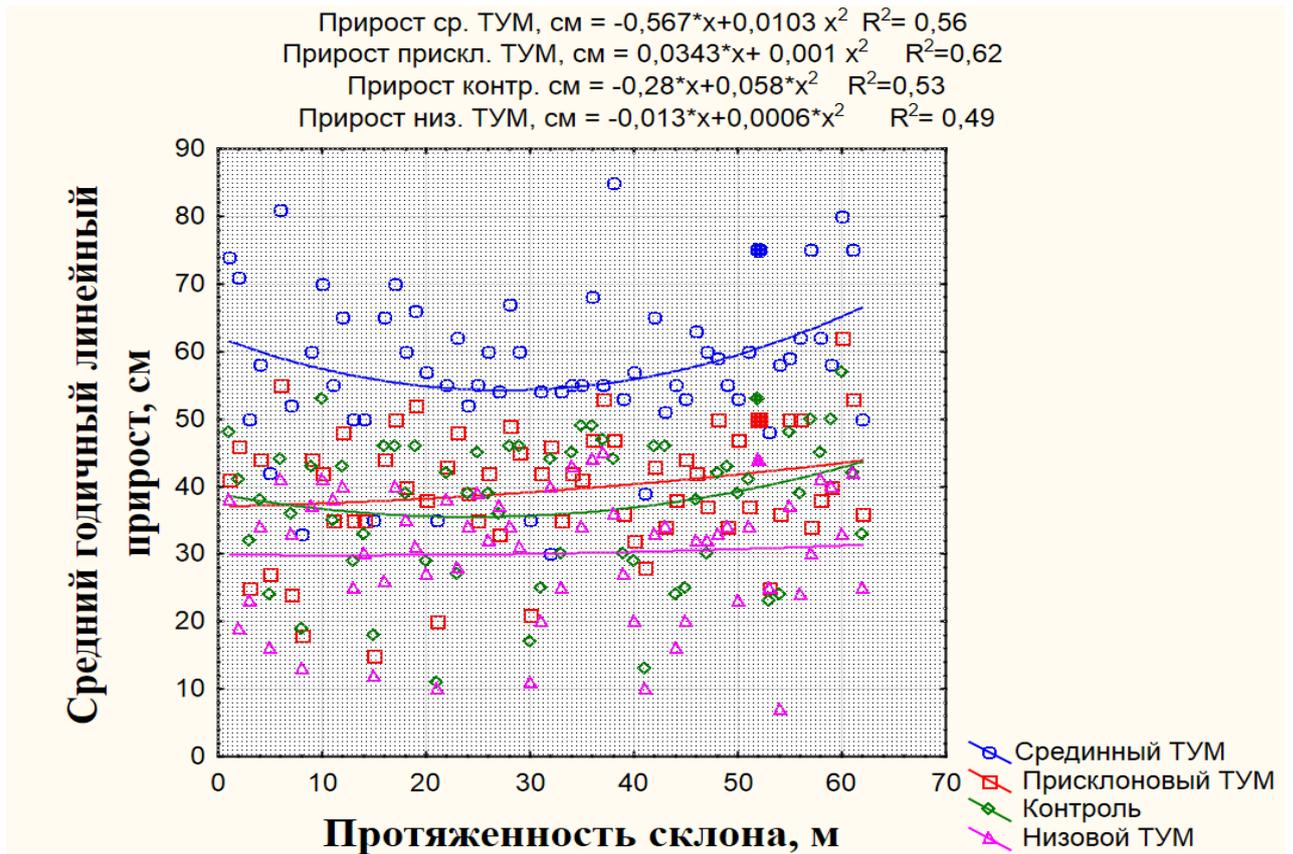


Рисунок 5.19 – Средние показатели прироста сосны обыкновенной в разных типах условий местопроизрастания (ТУМ) в Цивиль-Кубнинском подрайоне

Восточный и западный склоны более благоприятны для создания защитных лесных насаждений с использованием сосны обыкновенной (Таблица 5.14). Значения доверительного интервала полученных данных соответствуют интервалу значений параметров, совместимых с опытными данными и не противоречат им. Асимметричность распределения крайних значений признака на западном склоне ниже вершины соответствующего теоретического распределения, то есть распределение имеет левостороннюю асимметрию, а на других склонах выше. распределение имеет правостороннюю ассиметрию.

Для оценки влияния экологических условий на радиальный рост сосны обыкновенной нами проанализированы данные по температуре и осадкам в годы интенсивного роста защитных лесных насаждений. Ниже приведены кривые радиального роста сосны обыкновенной по годам и данные по осадкам

и температуре в Цивиль-Кубнинском подрайоне по данным наблюдения г. Канаш (Рисунок 5.20).

Таблица 5.14 - Результаты статистической обработки радиального роста

сосны обыкновенной

Экспозиция склона	Доверительный интервал – 95.0%	Доверительный интервал +95.0 %	Хср	Дисперсия	Stand. Dev	Станд. ошибка	Асимметрия	Std.err ассиметрии	Эксцесс	Std. err.
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Солнечный, крутизна 24 ⁰	0.23	0.25	0.24	0.0016	0.04	0.005	0.084	0.31	0.18	0.6
Теневой, крутизна 18 ⁰	0.34	0.39	0.35	0.011	0.10	0.01	1.22	0.31	0.99	0.6
Солнечный, Крутизна 16 ⁰	0.174	0.19	0.17	0.001	0.03	0.004	1.39	0.31	1.24	0.6
Теневой, крутизна 28 ⁰	0.16	0.20	0.18	0.006	0.08	0.009	0.66	0.31	0.39	0.6

Кривые хода радиального роста сосны обыкновенной и полиномиальный тренд средней годовой температуры воздуха и влажности воздуха идентичны. В годы, благоприятные по среднегодовой температуре и влажности воздуха на всех пробных площадях, независимо от экспозиции склона наблюдается пик радиального роста. Для исключения влияния возрастных особенностей роста сосны обыкновенной на радиальный рост древесины в дальнейшем нами были использованы данные на момент интенсивного роста деревьев. Из представленных на рисунке 5.21 графиков следует, что в зависимости от влажности, суммы температур за вегетационный период чётко прослеживается снижение радиального роста сосны.

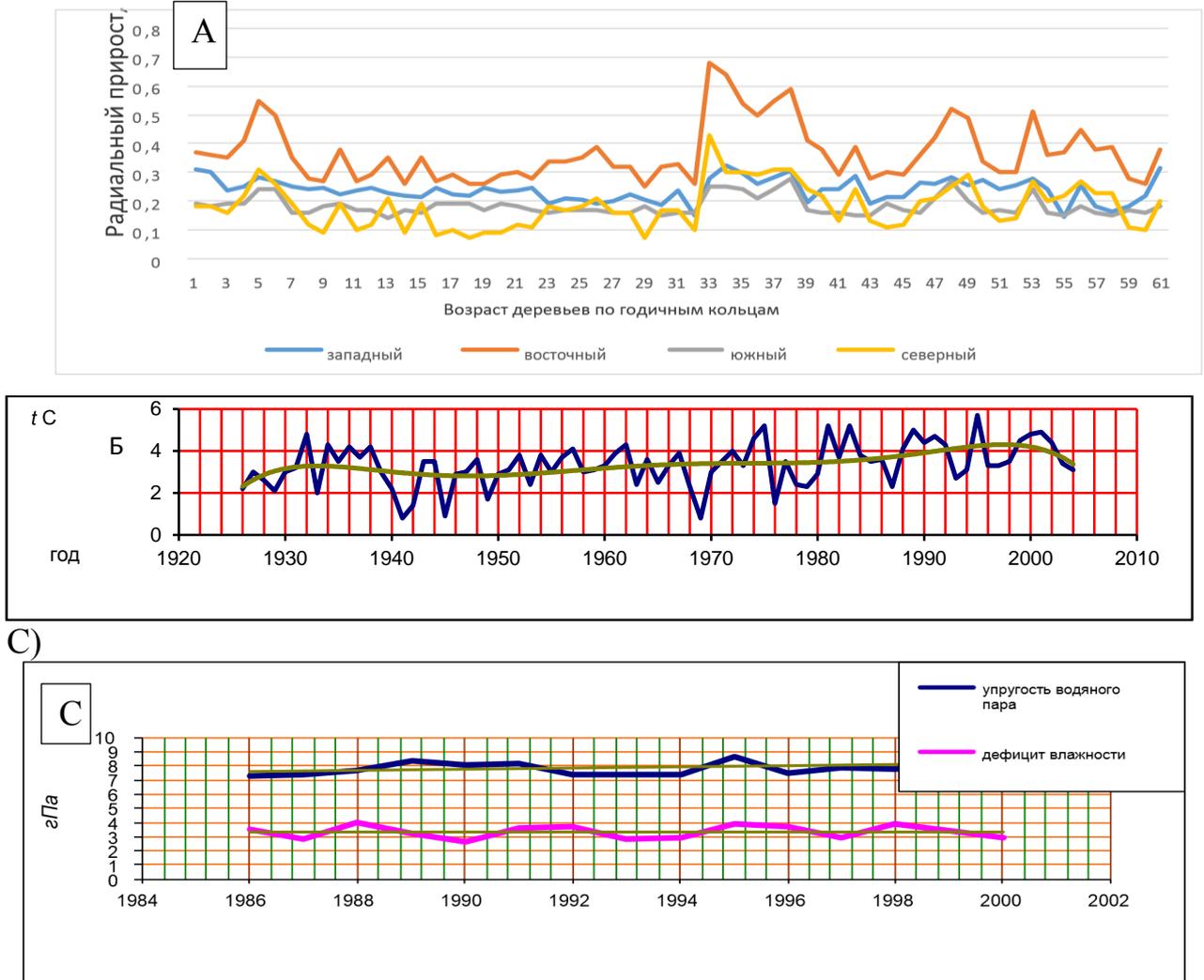


Рисунок 5.20 – Сравнительный график радиального роста сосны обыкновенной (а) и полиномиальный тренд средней годовой температуры воздуха (б) и влажности воздуха (в) в Цивиль-Кубнинском подрайоне

Это может объясняться следующей закономерностью: чем выше температура, тем засушливее и, следовательно, неблагоприятнее условия роста. Характеристика зависимости роста древесины от количества осадков показывает значимую статистически зависимость увеличения прироста на солнечном склоне и в меньшей степени – на склонах другой экспозиции.

Вполне очевидно, что температура воздуха и выпадающие осадки на местности – это независимые переменные, тогда как радиальный рост

древесины есть результирующий итоговый показатель ростовых функций сосны на эти внешние воздействия.

5.7 Ход роста древесных пород в защитных лесных насаждениях на склонах в Кубня-Булинском подрайоне

На территории Кубня-Булинского подрайона в качестве объекта для изучения были выбраны защитные массивные насаждения сосны обыкновенной на юго-западном склоне реки Свяга в районе д. Телешовка Цильнинского района с координатами $54^{\circ} 37'07''$ СШ и $48^{\circ}12' 50''$ ВД (Рисунок 5.21, Приложение Е). Протяженность склона составляет 283 м, его крутизна – 35° . Лесные насаждения созданы на серых лесных почвах, которые характеризуются следующими генетическими горизонтами: Ад – дерновый слой, темно-бурый, комковатый, мощностью 0,2–0,3 см в верхней части и до 2–3 см в средней и нижней части склона; А₁ – серый, комковато-пылеватый, суглинистый (от 9 до 20 см) сверху вниз по склону; В – светло-коричневый, бесструктурный, легкосуглинистый, средне- или тяжелосуглинистый, мощность до 20 см; В – темно-бурый, призматический, глинистый, местами опесчаненный суглинок или песок глауконитовый пермского моря, часто щебнистый. Насаждения созданы ручным способом под меч Колесова по схеме 1.5 x 2.5 м, высота над уровнем моря от 179 в нижней части до 187 м в верхней части. Исследуемые насаждения в условиях Ульяновской области по среднему линейному приросту распределились в три группы: первая – насаждения замедленного роста со средним годичным приростом 35, 48 см на расстояниях 5 и 15 м от долины склона; вторая группа – со средним приростом 36,70 см на расстояниях 20–25–30 м и третья группа – со средним приростом 39,05 на расстоянии 10–35–40 м вниз по склону. Данная особенность подтвердилась при изучении радиального роста. В верхней и нижней части склона, где условия по обеспеченности влагой, освещенности и минеральному питанию значительно

хуже, рост деревьев ограничен и заметно распространение тонкомерной части древостоя.



Рисунок 5.21 – Защитные массивные насаждения сосны обыкновенной на склоне солнечной экспозиции в Кубня-Булинском подрайоне

Данная особенность подтвердилась при изучении радиального роста. В верхней и нижней части склона, где условия по обеспеченности влагой, освещенности и минеральному питанию значительно хуже, рост деревьев ограничен и заметно распространение тонкомерной части древостоя. Анализ результатов математической обработки данных показывает, что величина среднего линейного роста с возрастом увеличивается. В долине и средней части склона радиальный рост составляет от 4,4 до 8 мм, а в верхней части склона – от 1,5 до 6,0 мм в год. Высокие температуры в период вегетации отрицательно влияют на радиальный рост сосны обыкновенной, особенно на солнечных склонах. Отличие радиального роста сосны обыкновенной в средней части и на вершине склона можно объяснить именно дефицитом влаги на вершине склона и более-менее влагообеспеченностью в средней части склона (Рисунок 5.22).

Сравнение хода роста по высоте изученных насаждений показывает некоторые различия в зависимости от местопроизрастания и положения

деревьев на склоне. Подтверждение, что величина радиального роста зависит от экспозиции склона, доказывается полученными результатами на модельном дереве дуба черешчатого на склоне теневой экспозиции (Рисунок 5.22). Максимальный радиальный рост по стволу характерен с солнечной стороны, минимальный – с теневой стороны, по остальным сторонам света рост примерно одинаковый (Рисунок 5.23).

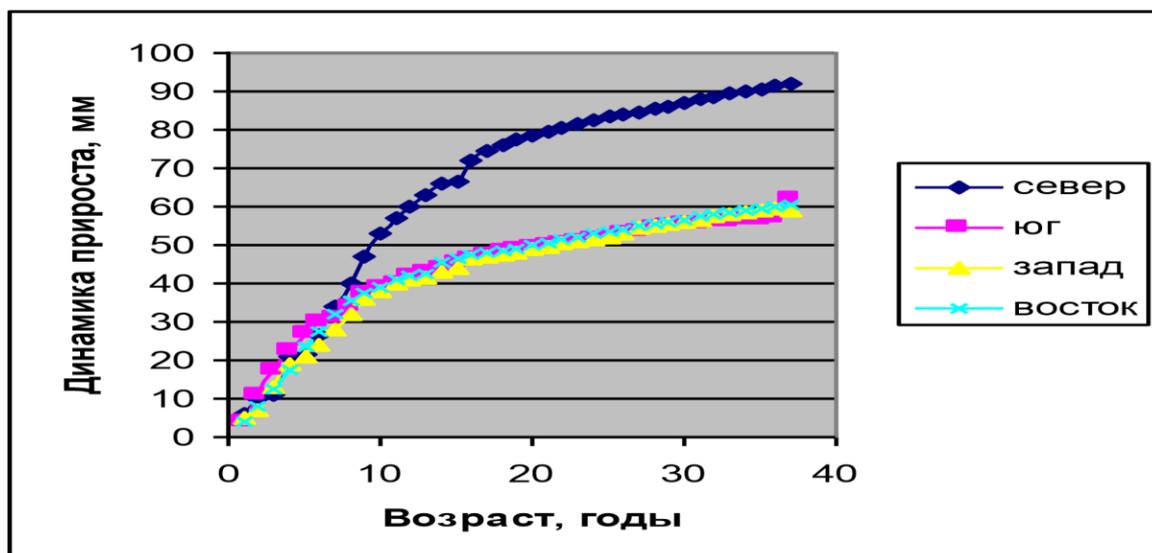


Рисунок 5.22 – Средний прирост по высоте сосны обыкновенной на склоне по сторонам света (мм) по модельным деревьям (д. Телешовка. Цильнинского района Ульяновской области. Склон солнечной экспозиции, крутизна 35°)

Асимметричность ствола деревьев может выступать в качестве индикатора условий среды обитания растений [5, 72, 317]. Степень проявления асимметрии определяется уровнем стрессового воздействия на биологический объект. Во многих работах по изучению сезонного роста древесных растений отмечается, что показатели линейного и радиального роста могут выступить как индикатор реакции растений на факторы среды обитания и их можно использовать для оценки благоприятности данной среды для существования растений [6, 12, 24, 45, 96, 104, 106, 162, 176, 366, 367, 368, 369]. Соотношение линейного и радиального роста у ели европейской и сосны

обыкновенной изучали на разных участках в разных условиях формирования по высотным положениям деревьев.

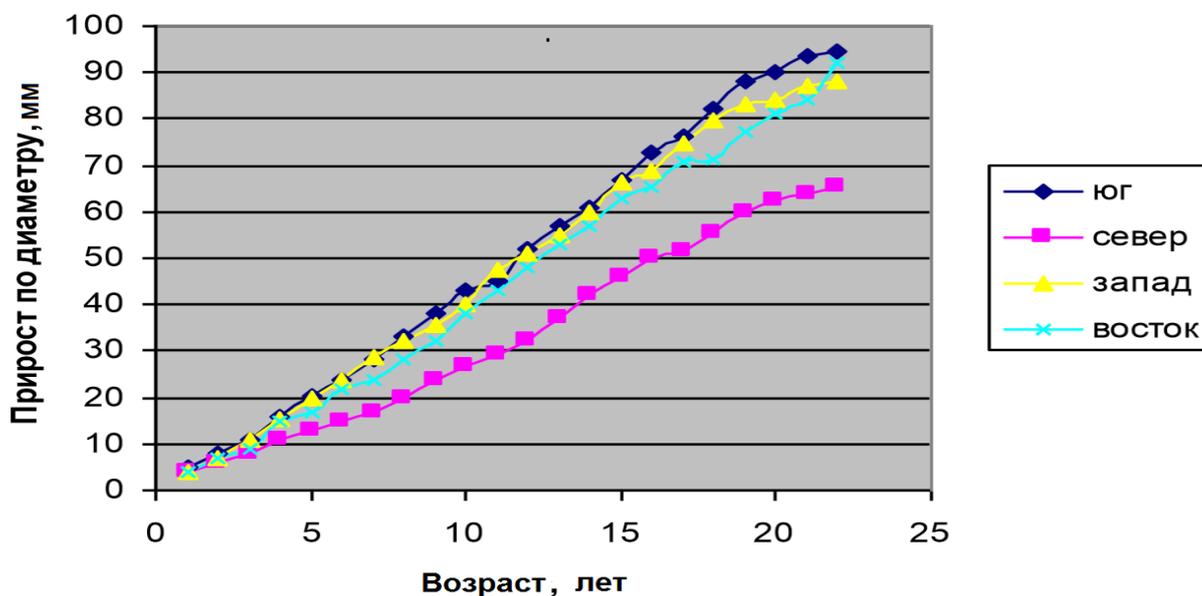


Рисунок 5.23 – Средний прирост по диаметру дуба черешчатого на теневом склоне

В лесной таксации постепенное уменьшение диаметра дерева в направлении от комля к вершине называют сбежистостью.

При этом сбег определяется путем деления разности диаметров в комле и вершине на длину ствола. В нашей работе мы изучили, как меняется соотношение линейного роста к радиальному у древесных растений в зависимости от места расположения и экспозиции склона. Для этого измеряли ежегодный прирост в высоту по мутовкам и диаметры ствола у основания мутовки. Данное соотношение H/D назвали коэффициентом прироста и обозначили буквой ($K_{пр}$). Результаты вычислений показали, что данный коэффициент в зависимости от экспозиции склона и высотного уровня древесных растений колеблется в пределах от 10 до 36 (Таблица 5.15). Данные таблицы 5.15 и рисунка 5.24 показывают, что коэффициент прироста сосны

обыкновенной на склоне солнечной экспозиции неоднородный и на разных высотных участках различный. Если в начальный период роста сосны обыкновенной характеризуется коэффициентом прироста не более 17,8, то с возрастом данный коэффициент достигает до 36. Коэффициент прироста сосны обыкновенной на солнечном склоне зависит от высотного положения растений: в первые годы разброс составляет 9,6–17,8, второй год – 10,8–21,6 и 15,6–29,1 – в третий год и только в четвертый год наблюдается более или менее выравненность данного коэффициента.

Таблица 5.15– Изменения коэффициента прироста у сосны обыкновенной в зависимости от высотного положения и экспозиции склона

Высота склона. м	Изменения коэффициента прироста(ζ) по экспозициям склонов			
	Теневой	Солнечный	Теневой, крутизна 29^0	солнечный
1	2	3	4	5
141.0	35.9	21.9	21.6	11.3
141.3	34.2	29.1	15.1	9.6
141.7	34.1	18.7	10.8	10.7
142.1	29.0	20.2	13.3	12.2
142.9	24.7	15.6	17.3	17.8
Среднее	33.58	21.1	15.62	12.32

Поверхность отклика регрессионной модели представляет собой трехмерное сечение, которое показывает, что на 81 % коэффициент прироста у сосны обыкновенной связан с экспозицией склона и высотной отметкой склоновой поверхности (Приложение Л). По-иному характеризуются особенности роста ели европейской на теневых склонах (Рисунок 5.25).

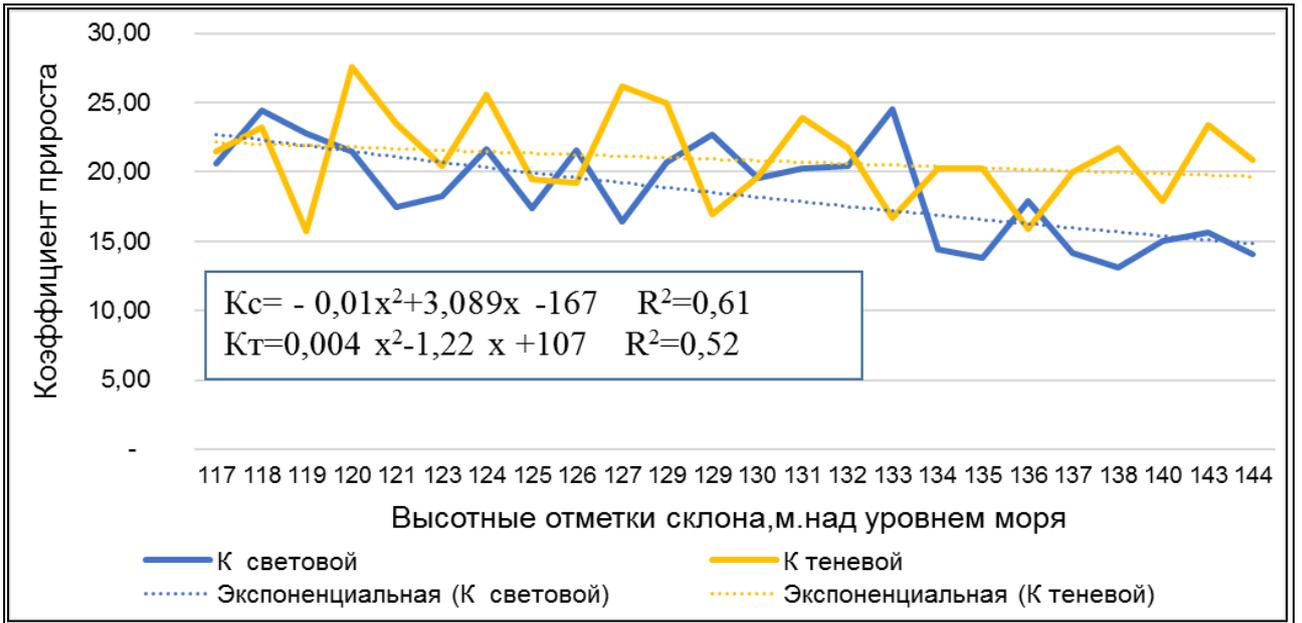


Рисунок 5.24 - Значения коэффициента прироста у сосны обыкновенной на теневой и солнечной экспозиции склона

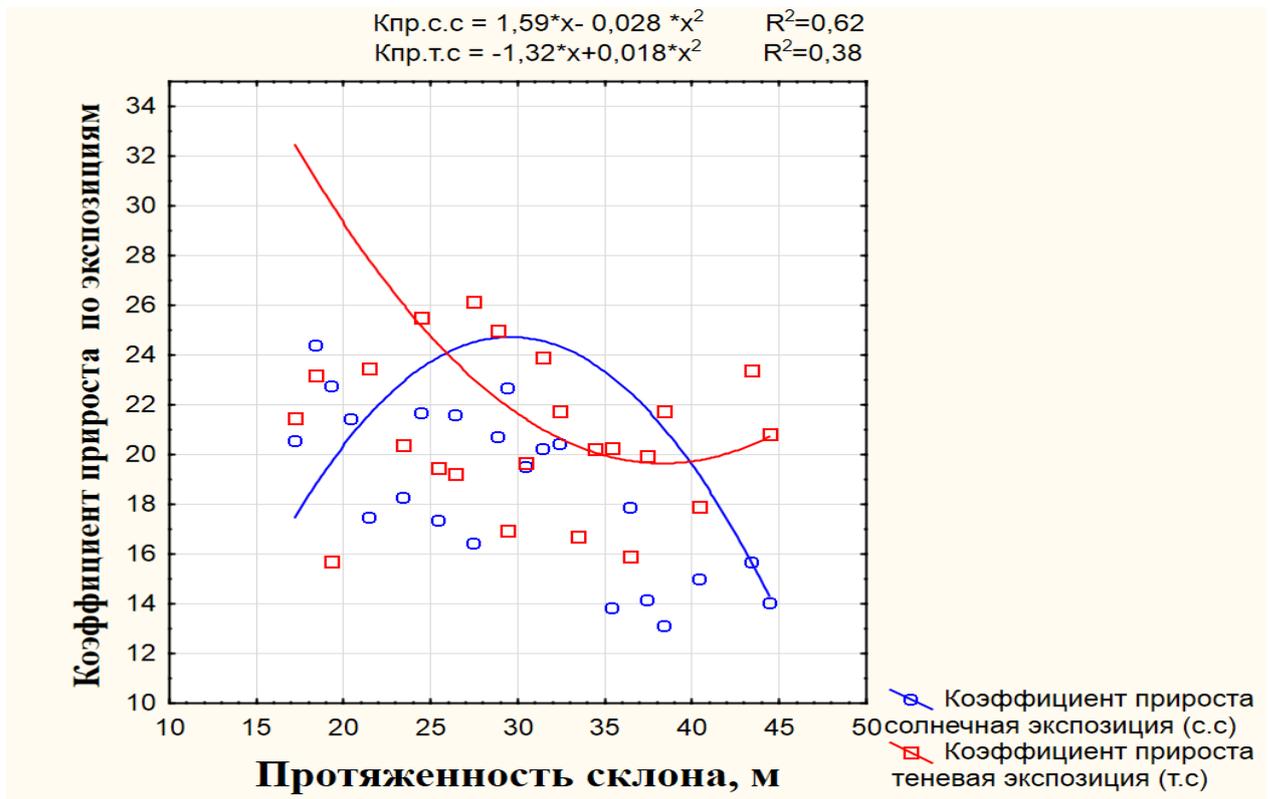


Рисунок 5.25 - Значения коэффициента прироста у ели европейской на солнечном и теневом склонах

По мере увеличения высоты места произрастания ели европейской по склону на 1 м разброс – $K_{пр}$ составляет от 14 до 32 и, чем выше дерево на

склоне, тем разброс больше (на отметке 143,2 – $K_{пр}=11\div 44$). Данная закономерность почти повторяет особенности роста растений первого ряда солнечного склона (Рисунок 5.25). Растения второго ряда теневого склона на отметке 141 имеют разброс коэффициента прироста от 8 до 15, на отметке 142,1 – от 18 до 37. Характер изменения коэффициента прироста ели европейской во втором ряду на солнечном склоне отличается по значениям ($K_{пр}$) по сравнению с первым рядом. В начале развития ель второго ряда характеризуется примерно одинаковыми значениями коэффициента прироста.

С возрастом разброс коэффициента прироста составляет от 25,0 до 38,0. В нижней части теневого склона коэффициент прироста колеблется от 10 до 15, то есть разброс незначительный. Адекватность модели подтверждается коэффициентом детерминации $R^2=0,62$ для склона солнечных экспозиций и $R^2=0,38$ – для склонов теневых экспозиций.

В зависимости от высотного положения деревьев на склоне и экспозиции склона значение коэффициента прироста для ели европейской варьирует в пределах от 0 до 10. Незначительный разброс соотношений линейного прироста к радиальному наблюдается на верхних участках склона, а в нижней и средней частях склона – от 0 до 3.

5.8 Особенности фенологии древесных растений на склонах полярных экспозиций

Уровень солнечной радиации и перераспределение влаги на склоновых землях являются основными факторами, определяющими рост и развитие древесных растений на склонах. Количество тепла и влаги на склонах зависит от направленности склона и его крутизны. Особенно это характерно для склонов солнечной экспозиции в ранние весенние и поздние осенние периоды. В весенний период (в середине апреля – начале мая) уровень солнечной

радиации на склонах разной экспозиции значительно отличается. В связи с этим ростовые процессы начинаются раньше на склонах солнечной экспозиции. Начало и завершение вегетации у древесных растений на склонах зависит от суммы положительных температур и среднесуточной положительной температуры на склоне. Достаточно много исследователей отмечают раннее начало вегетации растений на солнечных склонах [32, 165, 191, 194, 197, 203]. При этом надо отметить, что склоны солнечной экспозиции в отличие от склонов теневой экспозиции резко отличаются, как было отмечено ранее, по экологическим условиям в присклоновом и низовом ТУМ. На верхних участках присклонового ТУМ солнечных склонов с уклоном более 8° в ранние весенние периоды ощущается резкая нехватка влаги, а при жарком лете данный дефицит наблюдается на протяжении всего вегетационного периода. В связи с этим данные фенологических наблюдений за ходом роста и развития древесных растений могут быть использованы для оценки экологической пригодности склоновых земель при разработке проектов лесомелиоративных работ. В данной работе мы использовали метод суммирующих фенологических характеристик, предложенный А. Батмановым, использованный Е.Ю. Терентьевой [278]. Нами были проведены фенологические наблюдения на склонах полярных экспозиций за ходом роста и развития сосны обыкновенной и ели европейской. В процессе наблюдений еженедельно регистрировались фазы развития генеративных и вегетативных органов в момент наблюдения на определенном участке склона. Для проведения наблюдений склоновый участок был разделен на несколько зон в зависимости от высотного положения изучаемой площадки. Ширина полосы по высотным поясам составила 20 м, протяженность по склону – 10 м, то есть площадь участка для наблюдений составила 200 м^2 . В пределах учетной площадки отмечали фазу развития

каждого дерева на момент наблюдения. Затем проводили ранжирование растений по фазам развития и определяли их процентное соотношения в изученных сообществах. По завершении фенологических наблюдений составляется суммированная фенологическая характеристика изучаемых фаз развития древесных растений. По каждой суммированной фенологической характеристике вычисляется средний показатель фенологической фазы. Средний балл фенологического состояния растительности характеризуется значением фенологического коэффициента. На территориях склоновых земель важно определить фенологические фазы растений в зависимости от их экологических особенностей [32]. Наблюдения процессов роста и развития, проведенные в вегетационный период в насаждениях Сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris*) и Ели европейской (*Picea abies* (L.) Karst), позволили выявить различия в фенологических фазах. Период покоя вегетативных органов хвойных древесных растений на солнечных склонах заканчивается в конце апреля. Набухание вегетативных почек наблюдается 24–26 апреля. Признаками начала вегетации хвойных (Пб1) являются увеличение почки в размерах, изменение окраски и начало разворачивания наружных покровных чешуй. Вегетативные почки постепенно начинают разворачиваться, и молодая хвоя выпирает из покровных чешуек. Именно на данной фазе фиксируют начало распускания вегетативных почек (Пб2). С началом появления молодой хвои почти одновременно начинается рост побегов (Пб3). Важным моментом при проведении фенологических наблюдений у хвойных пород является время наступления обособления хвои (фаза Л₁) и полного обособления хвои (фаза Л₂). По этим признакам можно определить интенсивность ростовых процессов, особенно верхушечных почек, что может являться селекционным признаком при отборе растений на стадии сеянца. Вегетативный период у хвойных пород

завершается тогда, когда сформированные верхушечные почки покрываются смолой (Пб4) (Таблица 5.16). Результаты наблюдений показывают, что на склонах солнечных экспозиций начало ростовых процессов происходит быстрее, чем на склонах теневых экспозиций. Отличительными особенностями фенологии хвойных древесных растений на склонах полярных экспозиций являются ускоренные ростовые процессы на склонах солнечных экспозиций и запаздывание на 5–7 дней на склонах теневых экспозиций и в долинной части склонов южной экспозиции [262, 263, 304]. Продолжительность с момента начала обособления хвои (фаза Л₁) до полного обособления хвои (фаза Л₂) составила 33±2 дня у сосны обыкновенной и 20 ±3 дня у ели обыкновенной в зависимости от высотного положения деревьев.

Таблица 5.16 - Фенофазы вегетативных органов хвойных древесных растений на склонах

Вид	ТУМ	Экспозиция склона	Сроки фенологических фаз*					
			Пб ₁	Пб ₂	Пб ₃	Пб ₄	Л ₁	Л ₂
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Сосна обыкновенная	Присклонный	Солнечный	24.04–26.04		30.04–01.05	17.06–19.06	8.06–10.06	12.07–15.07
	Срединный		25.04–28.04		30.04–03.05	19.06–20.06	09.06–11.06	14.07–15.07
	Низовой		28.04–30.04		01.05–04.05	21.06–23.06	10.06–12.06	15.07–16.07
	Присклонный	Теневой	25.04–27.04		30.04–03.05	18.06–21.06	9.06–10.06	13.07–15.07
	Срединный		27.04–29.04		02.05–05.05	23.06–25.06	11.06–12.06	15.07–17.07
	Низовой		01.05–03.05		07.05–07.05	25.06–27.06	13.06–14.06	16.07–18.07

Продолжение таблицы 5.16								
Вид	ТУМ	Экспозиция склона	Сроки фенологических фаз*					
			Пб ₁	Пб ₂	Пб ₃	Пб ₄	Л ₁	Л ₂
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Ель европейская	Присклоновый	Солнечный	29.04–02.05	01.05–03.05	09.05–14.05	05.06–11.06	19.05–23.05	4.06–6.06
	Срединный		02.05–04.05	04.05–06.05	11.05–16.05	08.06–13.06	21.05–25.05	7.06–9.06
	Низовой		06.05–09.05	08.05–11.05	13.05–18.05	09.06–14.06	22.05–25.05	8.06–11.06
	Присклоновый	Теневой	01.05–03.05	01.05–04.05	10.05–13.05	06.06–10.06	20.05–22.05	05.06–07.06
	Срединный		05.05–09.05	03.05–07.05	12.05–15.05	08.06–10.06	22.05–25.05	08.06–10.06
	Низовой		08.05–11.05	09.05–11.05	13.05–17.05	10.06–13.06	23.05–27.05	11.06–13.06

*набухание почек (Пб₁); распускание почек (Пб₂), начало (Пб₃) и окончание (Пб₄) роста побегов в длину; Л₁ – начало обособления хвои, Л₂ – полное обособление хвои

Суммирующие фенологические характеристики вегетативного развития растений на склонах полярных экспозиций и разного высотного положения подтвердили различия сроков фенологических фаз. Рассматривая сроки наступления отдельных фенологических фаз на солнечном склоне, необходимо отметить, что набухание почек в верхней части склона наступает на 3–4 дня раньше по сравнению с долинной частью склона, что объясняется различиями экологических условий. В то же время в ходе проведения исследований нами отмечены различия в сроках фенофаз на разных уровнях кроны.

В верхней части кроны, где выше уровень солнечной радиации, раньше наступает фаза вегетативного развития. В нижней части кроны наступление фенологических фаз запаздывает почти на сутки и более, в зависимости от степени понижения ночных температур, особенно на начальной стадии вегетативного развития. В отличие от вегетативных почек генеративные почки

пробуждаются раньше. Мужские стробилы освобождаются от почечных чешуй на 2–3 дня раньше, чем женские стробилы (фаза Ц₂). Начало пыления и освобождение колосков от пыльцы определяется встряхиванием ветвей, при котором происходит высыпание пыльцы (фаза Ц₄). Срок завершения цветения (пыления) определяется датой исчезновения яркой окраски мужских стробилов (Ц₅). Формирование шишек и семян у хвойных определяется фазами Пл1, Пл3, Пл4, формирование шишек, созревание и рассеивание семян. Средняя дата начала пыления ели европейской на солнечных склонах по результатам трехлетних наблюдений приходится на 16.05±2, у сосны обыкновенной – на 26.05±3. Продолжительность пыления составила 7±2 дня у ели европейской и 4±3 дня у сосны обыкновенной. В отличие от солнечного склона на склонах северной экспозиции фазы генеративного развития запаздывают на 1–2 дня. При этом решающим фактором начала фазы вегетации выступает сумма положительных температур. Если начало пыления ели европейской на солнечных склонах наступает при сумме положительных температур 470 °С, то на склонах северной экспозиции при сумме положительных температур – 510 °С. Фазы формирования шишек протекает с момента смыкания семенных чешуй. На склонах южной экспозиции у ели европейской данная фаза наступает в начале июня – 02.06 ±2 дня при сумме положительных температур 670°С, а у сосны обыкновенной в 20-х числах июня – 18.06 ± 4 дня. Продолжительность с момента смыкания до опробкования семенных чешуй составляет 32–35 дней у ели европейской и от 35 до 40 дней – у сосны обыкновенной. Полное формирование шишек наблюдается в 20-х числах сентября у ели европейской и в третьей декаде декабря у сосны обыкновенной. На склонах теневых экспозиций фенофаза сдвигается на 2–7 дней. Неоднородность фенологических фаз на разных участках по высотному положению на склоне очередной раз подтверждает неодинаковые экологические условия склоновых земель (Таблица 5.17).

Таблица 5.17 – Средние показатели фенофазы генеративных органов хвойных древесных растений на склонах полярных экспозиций

Вид	ТУМ	Экспозиция склона	Сроки фенологических фаз *				
			Ц4	Ц5	Пл1	Пл2	Пл3
1	2	3	4	5	6	7	8
Сосна обыкновенная	Присклоновый	солнечный	26.05±3	01.06±2	18.06±4	20.08±4	01.12±6
	Срединный		27.05±3	02.06±2	18.06±4	20.08±4	01.12±6
	Низовой		27.05±3	03.06±2	18.06±4	20.08±4	01.12±6
	Присклоновый	теневой	28.05±2	04.06±3	19.06±3	22.08±3	04.12±6
	Срединный		29.05±3	04.06±5	20.06±2	23.08±3	05.12±5
	Низовой		30.05±3	06.06±2	22.06±4	24.08±4	06.12±6
Ель европейская	Присклоновый	солнечный	16.05±1	20.05±2	2.06±1	15.06±5	18.09±5
	Срединный		17.05±2	22.05±3	3.06±3	17.06±6	20.09±7
	Низовой		18.05±3	23.05±3	4.06±2	17.06±6	21.09±5
	Присклоновый	теневой	18.05±2	22.05±4	3.06±2	16.06±5	20.09±5
	Срединный		19.05±2	24.05±2	5.06±4	18.06±6	23.09±6
	Низовой		21.05±3	25.05±4	6.06±6	19.06±7	24.09±6

*- начало цветения (Ц4), окончание его (Ц5). заложение плодов или шишек Пл1 – смыкание семенных чешуй, Пл2 – опробковение семенных чешуй, Пл3 – полное созревание шишек.

Фенологические особенности генеративного развития хвойных пород на солнечном склоне характеризуются ускоренными процессами протекания на этапах Ц4 и Ц5 по сравнению с растениями на склонах теневой экспозиции на одном высотном уровне. В низовом и срединном ТУМ солнечного склона у древесных растений наблюдается опережение в развитии как вегетативных, так и генеративных органов по сравнению с северным склоном.

В верхней части склонов полярной экспозиции различия в сроках прохождения фенологических фаз незначительные, наблюдается опережение на 1–2 дня, при этом продолжительность фенофазы почти не зависит от высотного положения растений на склоне.

5.9 Структурная организация древесных растений на склоновых землях

Деревья являются летописцами природы с обширной памятью. В динамике роста деревьев зафиксирована вся особенность абиотических и биотических факторов окружающей среды. Изучение динамики роста древесных растений в различных экотопах в стрессовых условиях склоновых земель имеет большое значение для выявления динамических процессов, происходящих на склоне, влияния различных факторов на развитие древесных насаждений и определения их реакции к медленно протекающим экзогенным процессам, а также для разработки мероприятий по оптимизации использования склоновых земель. Изучение влияния естественных природных и антропогенных факторов на динамику роста древесных растений в условиях склоновых земель позволяет решать следующие задачи:

- установить зависимость динамики роста деревьев на склонах от экотопических условий на разных высотах по склону;
- оценить устойчивость склоновых лесных экосистем с точки зрения их хозяйственного освоения.

Энергия и продолжительность роста обуславливаются, во-первых, внутренними причинами (каждому виду свойственен свой цикл развития); во-вторых, внешними причинами (почвой и климатом); в-третьих, условиями той среды, в которой растения живут (на просторе деревья растут иначе, чем в сообществах, а в-последних, также различно, в зависимости от густоты и состава); в-четвертых, от происхождения, то есть оттого, будет ли данный экземпляр семенного или порослевого происхождения.

Изучением закономерностей формирования, строения и роста древостоев в различных экологических условиях занимались многие исследователи [28, 86, 92, 104, 125, 143, 172, 198, 229, 241, 255, 262, 263, 265, 311, 319, 324]. Отмечается, что исследования строения древостоев дает объективную информацию о свойствах древостоев, в том числе об их стабильности и

устойчивости. Целенаправленных лесоводственно- таксационных исследований на склонах разной крутизны проведено очень мало. Определенный вклад в решение этой проблемы внес А.А. Бартыш [63]. Особенности формирования древостоев на склонах изучали на основе анализа породного состава древостоев и подроста и распределения деревьев по склону в зависимости от крутизны и направленности склона. В ходе исследования для каждого профиля в разрезе высотных уровней были рассчитаны состав и густота древостоев и подроста. Степень напряженности конкурентных взаимоотношений между деревьями в древостое изучали при помощи величины относительной высоты $H:D$ [135].

В целом, проведенный анализ литературных данных позволяет сделать заключение, что многие вопросы формирования древостоев в лесных экосистемах склонов в условиях неоднородности факторов среды обитания изучены в недостаточной степени, а некоторые вопросы нуждаются в конкретизации. Изучение строения лесных насаждений на склоновых землях проводили с целью выявления характера распределения деревьев на отдельных высотных участках склона. Одна из типичных территорий лесных экосистем склонов расположена на территории Приволжского подрайона в Опытном лесничестве в Заовражной части г. Чебоксары. На пробных площадях (с координатами $56^{\circ} 08' 46''$ СШ и $47^{\circ} 09' 24''$ ВД) размером 50 x 50 м проводился учет древесных растений высотой более 10 м на разных участках склона. Склон сложный, состоит из трех террас, протяженность – 259 метров с учетом террас (68 м). Уклон склона до первой террасы – 24° . протяженность – 64 м, вторая терраса – с уклоном 34° . протяженностью 45 м, третья – с уклоном 26° ; протяженностью 82 м, направление склона восточное. Лесистость района исследования составляет 60 %. Преобладают преимущественно широколиственные леса. Верхний ярус на вершинах склона представлен дубравами, в средней части склона преобладают дуб черешчатый (*Quercus robur L.*), клен остролистный (*Acer platanoides L.*), ясень обыкновенный (*Fraxinus*

excelsior L.) , вяз гладкий (*Ulmus laevis* Pall.), вяз шершавый (*Ulmus glabra* Huds), в подлеске – бузина красная (*Sambucus racemosa* L.), рябина обыкновенная (*Sorbus aucuparia* L.) , липа мелколистная (*Tilia cordata* Mill.). Напочвенный покров развит слабо, особенно в верхней и средней части склона.

Данные таблицы 5.18 показывают, что в составе древостоев на всех высотных уровнях первого профиля преобладает дуб черешчатый (99, 94 и 69 % соответственно). По мере уменьшения высоты над уровнем моря усложняется состав древостоев (на верхнем уровне произрастает только две породы, а на нижнем уровне – уже пять пород), уменьшается участие дуба и увеличивается участие клена остролистного и липы мелколистной. На высотных уровнях состав подроста резко отличается от состава древостоя. На верхнем уровне доминирует липа мелколистная (59 %) и значительна в возобновлении роль дуба черешчатого (34 %). С уменьшением высоты над уровнем моря наблюдается закономерное уменьшение доли подроста дуба черешчатого и вяза шершавого. Наибольшая представленность подроста дуба черешчатого наблюдается в присклоновом ТУМ. Для успешного возобновления этой породы в низовом ТУМ склона слишком сложны условия среды, вызванные значительной увлажненностью почвы. Доля подроста из липы мелколистной (до 59 %) в присклоновом ТУМ склона связана густотой древостоя на этом уровне. Густота древостоя на склоне увеличивается по мере увеличения высотного положения склона. Данная закономерность наблюдается и по численности подроста. Возраст особей господствующей части популяции устанавливали по спилам модельных экземпляров, которые отбирали в разных типах условий местопроизрастания склона.

Состав древостоя на первой пробной площади (низовой ТУМ) 4ДЗЛп1Вз1Кл1Оль. На пробных площадях было зарегистрировано три популяции древесных растений по возрастной структуре. В первой популяции представлены основные лесообразующие породы основного полога: *Quercus*

robur L., *Alnus incana (L) Moench.*, *Tilia cordata Mill.*, *Ulmus glabra Huds.*
Средний возраст древостоя, взвешенный по запасу, в первой популяции составил 42 года.

Таблица 5.18 – Состав и густота древостоев и подроста на первом профиле

Порода	Древостой		Подрост	
	Доля в составе. %	Густота. шт./га	Доля в составе. %	Густота. шт./га
1	2	3	4	5
Присклоновый ТУМ (128 м над уровнем моря)				
Дуб черешчатый	50	475	34	425
Вяз шершавый	23,5	223	3	42
Клен остролистный	23,5	223	4	50
Липа мелколистная	3	29	59	746
Итого	100	950	100	1263
Срединный ТУМ (114 над уровнем моря.)				
Клен остролистный	55,7	500	27	275
Дуб черешчатый	16,7	150	13	135
Липа мелколистная	16,7	150	18	185
Вяз шершавый	11,1	100	26	260
Итого	100	900	100	600
Низовой ТУМ (98 над уровнем моря.)				
Липа мелколистная	55,6	375	47	210
Ольха черная	25,9	175	28	125
Вяз шершавый	18,5	75	4	20
Дуб черешчатый	0	0	1	5
Итого	100	625	100	450

Абсолютно доминировали экземпляры деревьев в возрасте от 30 до 70 лет. Вторая популяция представлена древесными видами: *Tilia cordata Mill.*, *Ulmus glabra Huds.*, *Acer platanoides L.* в возрасте 20 до 42 лет. Средний возраст, взвешенный по плотности, составил 30 лет. Возрастное распределение плотности деревьев было непрерывным, преобладали деревья в возрасте от 30 до 40 лет. Третья популяция представлена древесными растениями: *Tilia*

cordata Mill., *Ulmus glabra* Huds., *Acer platanoides* L., *Padus racemosa* (Lam) Gilib в возрасте от 1 года до 20 лет. Средний возраст деревьев на первой площади, взвешенный по запасу, составил 27 лет. По характеру распределения древесного запаса по классам возраста популяции *Quercus robur* L., *Alnus incana* (L) Moench, *Tilia cordata* Mill, находящиеся на промежуточной стадии восстановления, являются условно одновозрастными, более 90 % запаса формируется деревьями в интервале двух классов возраста.

Популяции основных лесообразующих пород основного полога на срединном ТУМ формируют *Quercus robur* L., *Tilia cordata* Mill, *Ulmus glabra* Huds, *Acer platanoides* L. Средний возраст деревьев, взвешенный по запасу, в первой популяции составил 64 года. Абсолютно доминировали экземпляры в возрасте от 60 до 70 лет. Вторая популяция представлена древесными видами: *Ulmus glabra* Huds. *Acer platanoides* L., *Padus racemosa* (Lam) Gilib, *Corylus avellana* L. в возрасте от 10 до 40 лет. Средний возраст, взвешенный по плотности, составил 33 года. Возрастное распределение деревьев было неравномерно, преобладали экземпляры в возрасте от 20 до 30 лет. Третья популяция представлена древесными растениями: *Tilia cordata* Mill., *Acer platanoides* L., *Padus racemosa* (Lam) Gilib., *Corylus avellana* L. в возрасте от 1 до 20 лет. Средний возраст экземпляров деревьев на второй площади, взвешенный по запасу, составил 33 года. По характеру распределения древесного запаса по классам возраста популяции *Quercus robur* L., *Tilia cordata* Mill., *Ulmus glabra* Huds, *Acer platanoides* L. являются условно одновозрастными. Запас древостоя формируется деревьями в интервале двух классов возраста.

В присклоновом ТУМ популяцию древесных растений формируют *Quercus robur* L., *Tilia cordata* Mill., *Ulmus glabra* Huds, *Acer platanoides* L. Средний возраст древостоя, взвешенный по запасу, в первой популяции составил 84 года. Абсолютно доминировали деревья *Quercus robur* L в возрасте от 68 до 100 лет. Вторая популяция представлена древесными видами: *Ulmus*

glabra Huds., *Acer platanoides* L., *Corylus avellana* L. в возрасте 20 до 64 лет. Средний возраст, взвешенный по плотности, составил 42 года. Возрастное распределение особей было неравномерным. преобладали особи в возрасте от 32 до 40 лет. Третья популяция представлена древесными растениями: *Tilia cordata* Mill., *Padus racemosa* (Lam) Gilib. Средний возраст особей взвешенный по запасу составил 10 лет.

Полученные результаты показали, что возрастная структура популяций древесных растений склоновых земель зависит от места положения на склоне.

Пробные площади в посадках лиственницы сибирской (*Larix sibirica* L.) были заложены для изучения основных таксационных показателей чистых древостоев на восточном склоне с координатами 56° 01' 01" СШ и 47° 54' 48" ВД в Приволжском почвенно-климатическом районе (Таблица 5.19). Ценозообразующим видом в рассматриваемом сообществе является лиственница сибирская (*Larix sibirica* L.). Оценка структуры насаждения на профиле склона показала, что в исследуемых насаждениях наблюдается мощный подрост клена остролистного (*Acer platanoides* L.).

Причем процесс естественного возобновления протекает интенсивно не только на открытых изреженных участках, но и под пологом, что дает основание полагать, что в будущем в этих насаждениях будет доминировать именно клен остролистный. Основой оценки распределения деревьев на склонах данной экспозиции явилось утверждение немецкого профессора Wilhelm Weise о том, что в любом насаждении деревья делятся на две неравные части: 57,5 % деревьев имеют толщину меньше среднего диаметра, а 42,5 % деревьев имеют толщину больше среднего диаметра. Пространственное размещение деревьев по диаметру на различных высотных уровнях показал, что соотношение деревьев по диаметру не вполне соответствует утвержденной закономерности. Общее количество изученных деревьев на пробной площади составило 118 шт.

Таблица 5.19 – Распределение деревьев лиственницы сибирской по высоте над уровнем моря, м

ТУМ	Высота над уровнем моря, м	Длина площадки, м	Количество деревьев на га
1	2	3	4
Присклоновый ТУМ	125	20	106
	123	20	110
	118	20	116
	116	20	124
Срединный ТУМ	112	20	130
	110	20	136
	106	20	144
	100	20	156
	98	20	174
Низовой ТУМ	96	20	180
	94	20	188
	93	20	194
	92	20	210

Доля деревьев толщиной меньше среднего диаметра составляет 73 %, а больше среднего диаметра – 27 %. Средний диаметр по выборке составил 28,12 см. Количественный состав, несмотря на равномерность посадки на пробной площади, неоднороден. Среднее количество деревьев в верхней части склона меньше, чем в нижней части. Для проверки данной гипотезы были заложены пробные площади на землях Руткинского лесхоза Республики Марий Эл на юго-западном склоне с уклоном 30°. Насаждения сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris*) в возрасте 32 года созданы путем рядовой посадки по схеме 2x0,5 вручную. Ввиду недостаточной работы по уходу за насаждением идет естественный процесс изреживания древостоя. Исследования распределения деревьев по ступеням толщины позволил выявить соотношения количества

деревьев, имеющих диаметры менее и более среднего диаметра. В нижней части склона (200 м от вершины склона) соотношение составляет 48:52 процента, в средней части – 54:36 (100 метров от вершины склона), а на вершине склона – 50:50. Результаты замера диаметров деревьев по всему насаждению показали следующие данные: $D_{cp}=20,78$. $H_{cp}=17,2$ м., количество деревьев по ступеням толщины распределились в следующей пропорции: 57:43. Таким образом, можно констатировать, что на отдельных участках склона по трансекте распределение деревьев по ступеням толщины не подчиняется закономерности Wilhelm Weise. Хотя данное предположение требует более тщательного изучения.

На склоне под углом 35° , расположенном на водораздельном участке реки Безымянная около д. Шактынважи Горномарийского района Республики Марий Эл, протяженностью 70 м, направление юго-восточное, изучалось пространственное расположение деревьев. Почвы склона дерново-среднеподзолистые на покровных лессовидных суглинках Территория занята посадками сосны обыкновенной в возрасте 30 лет, схема посадки 2,5 x 0,7 м. Средняя высота – 16,2 м. средний диаметр – 21,58 см. Средние диаметры по участкам склона составляют: в верхней части склона $D_{cp}= 19,15$ см., в средней части – $D_{cp}= 19,59$ см. в долине склона – $D_{cp}=24,24$ см. Соотношение количества деревьев по отношению к среднему диаметру составляло 59:41 в основании склона, 59:41 – в середине склона и 52:48 – в верхней части склона. По всему насаждению соотношение деревьев толщиной меньшим и большим значениями от среднего диаметра составило 61:49.

Проверка выдвинутой гипотезы о неравнозначности соотношений деревьев толщиной меньшим и большим диаметром проверяли в Центральном подрайоне. Склон солнечной экспозиции, с уклоном 38° , протяженностью 40 м, представлен двумя уступами. Первый уступ, шириной 160 м и протяженностью 80 м отделен от второго уступа обрывом высотой 4 м. Второй уступ имеет

следующие параметры: ширина – 180 м, протяженность – 42 м. Древостой сосны обыкновенной в верхней части склона в возрасте 40 лет имеет полноту 0,7, средний диаметр 23,14 см. и среднюю высоту 20,6 м. В средней части древостой представлен условно одновозрастными насаждениями 36 лет, полнота – 0,6, средний диаметр – 23,67 см, средняя высота древостоя – 21,4 м. Распределение деревьев по ступеням толщины показало, что в верхней части склона 58 % деревьев имеют диаметр ниже среднего значения, а 42 % – диаметром выше среднего диаметра по насаждению. В средней части склона данное соотношение составило 54:46 (Таблица 5.20). Оценка соотношений количества деревьев с показателями по отношению к среднему диаметру позволяет делать вывод о неравнозначности условий местопроизрастания на склонах.

Таблица 5.20 – Соотношение деревьев по диаметрам относительно среднего диаметра древостоя

№ пробной площадки	Характеристика склона	Соотношение деревьев по диаметрам на склонах			
		Верхняя часть	Средняя часть	Нижняя часть	По всему склону
1	2	3	4	5	6
1	Солнечный, крутизна 30 ⁰ , Приволжский подрайон	48:52	54:46	50:50	57:43
2	Теневой склон 35 ⁰ , Приволжский подрайон	59:41	59:41	52:48	51:49
3	Теневой склон 38 ⁰ , Центральный подрайон	-	54:46	58:42	56:44

ВЫВОДЫ ПО ГЛАВЕ 5

1. В структуре защитных лесных насаждений в лесостепной зоне Приволжской возвышенности преобладают леса, расположенные вдоль водных объектов, площадью 123680.5 га (59.3 %), противоэрозионные леса

площадью 66815.5 га (32.04 %) и нерестоохранные полосы лесов, площадь которых составляет 8063.5 га (8.66 %).

2 Анализ радиального роста древесных растений позволил установить ассиметричность диаметрального прироста, что связано с подвижными процессами на склоне. Данный показатель предложено использовать в качестве индикатора динамического состояния склона.

3 Результаты фенологических наблюдений за ходом роста и развития древесных растений могут быть использованы для оценки пригодности склоновых земель при разработке проектов защитных лесных насаждений.

4 Исследования распределения деревьев по ступеням толщины позволили выявить соотношения количества деревьев, имеющих диаметры менее и более среднего диаметра. В нижней части склона соотношение составляет 48:52 %, в средней части – 54:36, а в присклоновой части – 50:50. Таким образом, можно констатировать, что на отдельных участках склона по трансекте распределение деревьев по ступеням толщины не подчиняется закономерности Wilhelm Weise.

6 АГРОТЕХНИЧЕСКИЕ ПРИЕМЫ СОЗДАНИЯ ЗАЩИТНЫХ ЛЕСНЫХ НАСАЖДЕНИЙ В ЛЕСОСТЕПНОЙ ЗОНЕ ПРИВОЛЖСКОЙ ВОЗВЫШЕННОСТИ

6.1 Агротехнические приемы создания защитных лесных насаждений на склонах

При создании защитных лесных насаждений на склонах применение агротехнических приемов зависит многих факторов, главными из которых являются: крутизна склона, экспозиция склона, величина проективного покрытия склона травянистой растительностью, степень подверженности склона эрозии. Насаждения создают в виде массивов, полос разной ширины, куртин (площадок). Естественное возобновление древесной и травянистой растительности на крутых склонах происходит редко из-за низкого плодородия смытых почв. При выборе агротехники создания и выращивания лесных насаждений необходимо обеспечить снижение склонового смыва почвы, создания условий по влагообеспечению растений и восстановление хозяйственной пригодности участков склонов. Одним из агротехнических приемов создания защитных лесных насаждений на эрозионных склонах является формирование массивных насаждений. Массивные насаждения позволят скрепить почвы склона и предотвратить дальнейший смыв почвы, в следствии поглощения поверхностного стока, в процессе снеготаяния и ливневых дождей. Данные насаждения можно создавать на непригодных для ведения сельского хозяйства землях. Склоны оврагов и балок имеют различные характеристики и условия местопроизрастания. В одних случаях они имеют пологий уклон, в других – крутой, на первых - поверхность склона может иметь дернину из травянистой растительности или естественный древостой, а на других – обнаженная поверхность из материнской породы. При этом присклоновые территории характеризуются с худшими лесорастительными условиями, чем срединные и донные части склонов. В срединной и нижней части склонов условия для произрастания лесной растительности более

благоприятны, чем в верхней части, иногда и худшие условия - в следствии заболачивания участков. Поэтому вопросы агротехники создание защитных насаждений на склонах требует внимательного изучения для разных типах условий местопроизрастания и для каждой породы. Разнообразие природных условий в каждой гидрографической зоне не позволяет дать полных рекомендаций по проектированию защитных насаждений. Поэтому только детальное изучение отдельных элементов гидрографической зоны, определение степени эродированности и интенсивности эрозии позволяет правильно решить вопрос о хозяйственном использовании территории склоновых земель.

6.1.1 Агротехнические приемы создания защитных лесных насаждений с главной породой сосной обыкновенной

Наиболее приемлемой хвойной породой для создания защитных лесных насаждений на склонах лесостепи Приволжской возвышенности является сосна обыкновенная. Сосна обыкновенная в обычных условиях легко приспосабливается к почвенным условиям, не требовательна к влажности почвы, хорошо растет на суглинистых и глинистых почвах. В условиях солнечной экспозиции на крутых склонах в ранний весенний период сосна обыкновенная плохо переносит резкие колебания температуры, особенно в присклоновом типе условий местопроизрастания. В этой связи в срединной части присклонового ТУМ на склонах крутизной 8°-15° солнечной и теневой экспозиции в условиях А₁-В₁ и А₂-В₂ защитные лесные насаждения с сосной обыкновенной в качестве главной породы, создаются в один прием с чередованием полосы из березы повислой. Основные показатели агротехнических приемов создания защитных лесных насаждений с сосной обыкновенной приведены в таблице 6.1. Посадку сосны обыкновенной проводят в предварительно подготовленные узкие напашные террасы шириной 2,8-3,0 м., в которых сосна размещается в 1 ряд. Расстояние между террасами

по склону составляет 3,0 м. (Таблица 6.1). 4 ряда сосны чередуются с 3 рядами березы, высаживаемой по аналогичным напашным террасам (Таблица 6.1). Схема посадки сосны – 3,0×1,0 м., березы – 3,0×1,5 м. Количество посадочных мест на 1 га всего 2840 шт., из них сосны – 1900 шт., березы – 940 шт. (Таблица 6.1). Посадка проводится весной стандартными 2-х летними сеянцами сосны и березы. При посадке корневая шейка у сеянцев располагается на 1–2 см ниже поверхности почвы. При древесно-кустарниковой схеме смешения используют смородину красную, акацию желтую. Агротехнические уходы проводятся в течение 3 лет после посадки культиватором КЛБ-1,7 в междурядьях по схеме 3-2-1 (в год посадки- 3 ухода, на второй год после посадки- 2 хода, на 3 год после посадки -1 уход). В рядах агротехнические уходы проводятся культиватором КРЛ-1А по схеме 3-2 (в год посадки 3 ухода, на второй год- 2 ухода) (Таблица 6.1). На склонах, крутизной 16°-35° солнечных и теневых экспозициях в условиях А₁-В₁ и А₂-В₂ предлагаются агротехнические приемы создания защитных лесных насаждений с сосной обыкновенной и березой повислой с использованием настилов из растительных остатков или соломы (таблица 8.1). На срединных участках склонов солнечных экспозиций с указанной крутизной применяется древесный тип посадки и схема смешения Б-Б-Б-С-С-С-С. Размещение 3×1,5 м. На присклоновой и нижней части склонов теневых экспозиций, крутизной 16°-35°, применяется древесно-кустарниковый тип посадки и в дополнение к сосне и березе используется акация желтая и смородина красная. Схемы посадки: С-С-С-С-Б-Б-Б-См-См и Ак-Ак-С-С-С-С-Б-Б. Размещение: 3×1,5 м. Количество посадочных мест в лесной полосе с смородиной красной: сосна – 970 шт., береза – 730 шт., смородина 510 шт. Количество посадочных мест в смешении с акацией желтой: сосна -1090 шт., береза – 560 шт., акация желтая – 560 шт (Таблица 8.1). Подробнее технология создания защитных лесных насаждений с использованием настила из растительных остатков будет приведена ниже.

Таблица 6.1 – Агротехника создания защитных насаждений (ЗЛН) из сосны обыкновенной

№ РТ К	Расположение защитных лесных насаждений	Экспозиция и крутизна склона, ТУМ	Подготовка площади	Обработка почвы	Способ посадки	Размещение посадочных мест	Схема смешения	Количество уходов по годам числитель- в междурядьях, знаменатель – в рядах
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	Срединная часть склона	Солнечная, 8°-15° А ₂ -В ₂	Предварительная очистка растительных остатков и сухой травы	Напашные террасы шириной 2,8-3,0 м, ленты шириной 1,5 м	Посадка 2-х летними сеянцами	3х1,0 м- сосна 3х1,5 м- береза 2840 шт/га Б-940 шт/га., С-1900 шт./га	Б-Б-С- С-С-С	3-2-1 3-2-0
2	Срединная часть склона	Теневая, 8°-15° А ₁ -В ₁	Предварительная очистка растительных остатков и сухой травы	Напашные террасы шириной 2,8-3,0 м, ленты шириной 1,0-1,5 м	Посадка 2-х летними сеянцами	3х1,0 м- сосна 3х1,5 м- береза 2940 шт/га С-2200 шт/га., Б-740 шт./га	С-С-С-С- Б-Б	3-2-1 3-2-0
3	Свободная от растительности нижняя часть склона балок	Теневая, 8°-15° А ₁ -В ₁ А ₂ -В ₂	-	Площадки 2×2 м. Ямы механизированным буром по площадкам	Посадка 2-х летними сеянцами	3х1,5 м Сосна 2144 шт/га, Виноград пятилисточковый – 640 шт/га	С-С-С-С- С-С-Вин- Вин	3-2-1 3-2-1

Продолжение таблицы 6.1									
№ п/п	Расположение защитных лесных насаждений	Экспозиция и крутизна склона, ТУМ	Подготовка площади	Обработка почвы	Способ посадки	Размещение посадочных мест	Схема смешения	Количество уходов по годам: числ.- между-рядья, знамен.- в рядах	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	
5	Срединная часть склона	Солнечная 15°-35° А ₂ -В ₂	Предварительная очистка от растительных остатков и сухой травы	Площадки 2×2 м. Ямы механизированным буром по площадкам. Настил из растительных остатков, соломы	Посадка 2-х летними сеянцами	3х1,5 м 2210 шт/га С-1270 шт/га, Б-940 шт/га	Б-Б-С-С-С С-С	0-2-1 0-2-0	
6	Присклоновая часть склона	Теневая 15°-35° А ₁ -В ₁	Предварительная очистка от растительных остатков и сухой травы	Площадки 2×2 м. Ямы механизированным буром по площадкам. Настил из растительных остатков, соломы	Посадка 2-х летними сеянцами	3х1,5 м 2210 шт/га С-970 шт/га, Б-730 шт/га См-510 шт/га	С-С-С-С-С Б-Б-Б-См-См	0-2-1 0-2-0	
7	Свободная от растительности и нижняя часть склона балок	Теневая 15°-35° А ₁ -В ₁ А ₂ -В ₂	-	Площадки 2×2 м. Ямы механизированным буром по площадкам. Настил из растительных остатков, соломы	Посадка 2-х летними сеянцами	3х1,5 м 2210 шт/га С-1090 шт/га, Б-560 шт/га, Ак-560 шт/га	Ак-Ак-С-С-С-С-Б-Б	0-2-1 0-2-0	

Примечание: в последнем столбце показано количество уходов по годам: в год посадки-на второй год - на третий год; С - сосна; Б – береза; Ак-Акация желтая; См-смородина красная.

6.1.2 Агротехнические приемы создания защитных лесных насаждений с главной породой елью европейской

Выбор агротехнических приемов создания защитных лесных насаждений на склонах с применением ели европейской в качестве главной породы определяется необходимостью сохранения естественного травянистого покрова на склонах для обеспечения защиты от возможного проявления эрозии. Агротехнические приемы создания защитных лесных насаждений с елью европейской представлены в таблице 6.2. Противозерозийные защитные лесные насаждения с елью европейской на склонах теневых и солнечных экспозиций, крутизной от 8 до 35 создаются чистыми и смешанными по составу с березой повислой, липой мелколистной и дубом черешчатым (Таблица 6.2, Рисунок 6.1).

При крутизне склона от 8° до 15° посадка защитных лесных насаждений проводится механизированным путем по напашным террасам, расположенными поперек склона, шириной 2,8–3,0 м, а при крутизне от 16° до 35° посадка проводится вручную по площадкам с предварительно уложенными настилами из спрессованных растительных остатков или соломы, размерами 2x2 м, расположенными в шахматном порядке и подготовленными мотобурами ямками (Таблица 6.2). Расстояние между центрами площадок – 3 м. Обработка почвы по террасам проводится по системе зяблевой вспашки на глубину 25-30 см. Посадка проводится стандартными 2-х летними сеянцами ели, березы и клена. Уход за лесными полосами предусматривается в течение 3 лет по схеме 3–2–1 (в год посадки - 3 ухода, на второй год – 2 ухода, на третий год – 1 уход). На площадках с настилами агротехнические уходы проводятся по схеме 0-2-1 (в год посадки уходы не проводятся, на второй год- 2 ухода, на третий год – 1 уход) (Таблица 6.2).

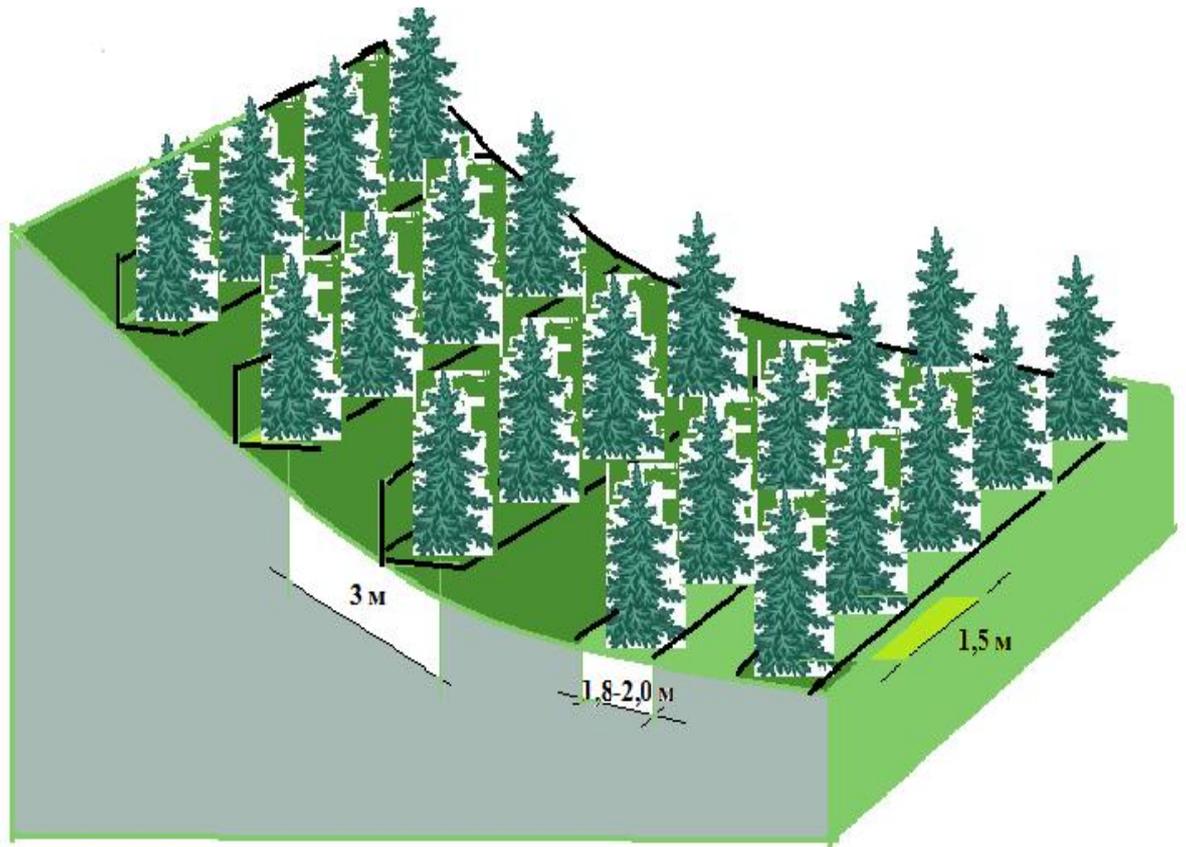


Рисунок 6.1 – Схема посадки ели европейской при создании защитных лесных насаждений по напашным террасам

Таблица 6.2 – Агротехнические приемы создания защитных лесных насаждений (ЗЛН) из ели европейской

№ РТК	Расположение защитных лесных насаждений	Экспозиция, крутизна склона, ТУМ	Подготовка площади	Подготовка почвы	Способ посадки	Размещение посадочных мест	Схема смещения	Количество уходов по годам межд-числ., ряды-знам.)
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	Срединная часть склона	Солнечная, 8°-15° В ₂ -С ₂	Предварительная очистка растительных остатков и сухой травы	Напашные террасы шириной 2,8-3,0 м, с последующей обработкой почвы полосами шириной 1,8-2,0 м	Посадка механизированная летними сеянцами	3х1,0 м 3300 шт/га Е-1880 шт/га Б-1420 шт/га	Е-Е-Е-Е- -Б-Б-Б	<u>3-2-1</u> 3-2-1
2	Присклоновая часть склона	Теневая, 8°-15° С ₁ -В ₁	Предварительная очистка растительных остатков и сухой травы	Напашные террасы шириной 2,5-3,0 м, с последующей обработкой почвы полосами шириной 1,8-2,0 м	Посадка механизированная летними сеянцами	3х1,5 м 2212 шт/га Б-730 шт/га Е-730 шт/га Лп-730 шт /га 3х1,5 м 2212 шт/га Е-2212 шт/га	Б-Б-Е-Е-Лп- Лп Е-Е-Е-Е-Е- Е	<u>3-2-1</u> 3-2-1 <u>3-2-1</u> 3-2-1
3	Обнаженные от растительности нижняя часть склона балок	Теневая, 15°-35° А ₁ -В ₁ А ₂ -В ₂	-	Площадки 2×2 м. Ямы механизированным буром по площадкам. Настил из растительных остатков, соломы	Посадка ручная на площадки расс	3 х 3 м 1090 шт/га Кл-360 шт/га Е-360 шт/га Дб-360 шт/га	Кл-Кл-Е -Е-Дб-Дб	<u>0-2-1</u> 0-2-1

Примечание: в последнем столбце показано количество уходов по годам: в год посадки-на второй год-на третий год; Е – ель европейская; Лп-липа мелколистная; Б – береза повислая; Дб – береза черешчатый.

6.1.3 Агротехнические приемы создания защитных лесных насаждений с главной породой дубом черешчатым

Выбор определенной агротехники создания защитных лесных насаждений из дуба черешчатого зависит от типов условий местопроизрастания на склонах. Дуб считается породой теплолюбивой или довольно теплолюбивой, чувствительной к заморозкам, особенно к поздневесенним. Дуб страдает, вплоть до усыхания, от сильных морозов (среди механических повреждений ствола нередко морозобойные трещины). Действие низких температур на дуб связано с подготовкой его к перезимовке: если вторая половина лета бывает засушливой, и деревья уходят в зиму с недостаточным количеством запасных веществ, то вероятность повреждения дуба морозом усиливается. Предельная минимальная температура по данным ряда авторов колеблется в диапазоне от –35 до –40 °С, а морозоустойчивость увеличивается с юга на север. Дуб переносит морозы лучше, чем ясень, граб, лещина, но хуже, чем клен, липа, ильмовые. Молодые всходы особенно чувствительны к низким температурам воздуха и почвы. Степень морозостойкости одно-, трехлетних дубков зависит также от уровня их подготовки к зиме. Корневая система хорошо одревесневших дубков, прошедших нормальный цикл развития, вымерзает при температуре –13, –14 °С, слаборазвитых – при температуре –7, –8 °С; надземная часть слаборазвитых всходов вымерзает при температуре –13 °С, а нормально развитых – при температуре –35 °С [50]. Морозостойкость дубков снижается весной, когда они выходят из состояния покоя. Молодые весенние побеги гибнут на самосеве при –4 °С на протяжении 6–8 часов.

Рельеф является одним из важнейших факторов, определяющих распространение дуба в лесостепной зоне. Фиксируется выраженная приуроченность дубовых лесов к повышенным элементам рельефа. Наилучший

рост дуба наблюдается на черноземах и тёмно-серых лесных почвах, а также на дерново-подзолистых почвах, легких или средних по механическому составу. Поэтому при выборе агротехники создания ЗЛН на склонах должны быть учтены типы лесорастительных условий (Таблица 6.3). Технология создания защитных лесных насаждений из дуба черешчатого на склонах в низовом ТУМ солнечной экспозиции и срединном ТУМ теневой экспозиции (ТУМ- С₂, Д₂) проводится путем разбивки на полосы шириной 2,8–3,0 м и оставлением 3-метровой кулисы между полосами. На полосах убирают остатки растительности, при наличии деревьев крупные деревья оставляют, а мелкие срезают заподлицо, порубочные остатки оставляют на кулисах. Затем на подготовленных полосах проводится напашное террасирование, с подготовкой террас шириной 2,8-3,0 м. Посадку проводят весной машиной МЛУ-1А стандартными двухлетними сеянцами дуба и сопутствующих пород. Посев предпочтительнее проводить осенью свежесобранными желудями. Уход за посадками проводят по схеме 3–2–1 вручную с использованием механизмов для скашивания травы. Смешение посадок дуба черешчатого с сопутствующими породами ускоряет процесс смыкания кроны. Оптимальными спутниками дуба являются липа мелколистная и клен остролистный в срединном ТУМ, а в низовом ТУМ – вяз гладкий и вяз шершавый. Во втором ярусе в условиях Д₃ и С₄ успешно растет черемуха обыкновенная, в увлажненных местах – ольха серая. При выборе схем смешения в основном надо придерживаться соотношения посадочных мест 3,2 тыс. сеянцев на 1 га, в том числе дуба – 2,4 тыс. шт. При закладке насаждений в присклоновом ТУМ (С₁-Д₁) на крутых склонах солнечной экспозиции крутизной 16⁰-35⁰ предусматривается использование настила из растительных остатков (листвы, травы, порубочных остатков), которые укладывают с целью оптимизации влажности и температуры почвы. Схема посадки дуба черешчатого и укладки настила из растительных остатков приведена на рисунке 6.2. При создании

защитных насаждений из дуба черешчатого в присклоновом и срединном ТУМ на склонах солнечной экспозиции необходимо провести обследование почвы и грунтовых условий. На супесчаных почвах при наличии суглинистого или глинистого горизонта можно проектировать создание защитных насаждений с использованием дуба и его спутников. Агротехника создания защитных лесных насаждений на склонах из дуба вручную рекомендуется при отсутствии естественного возобновления дуба и других хозяйственно-ценных пород там, где невозможно использовать технику.

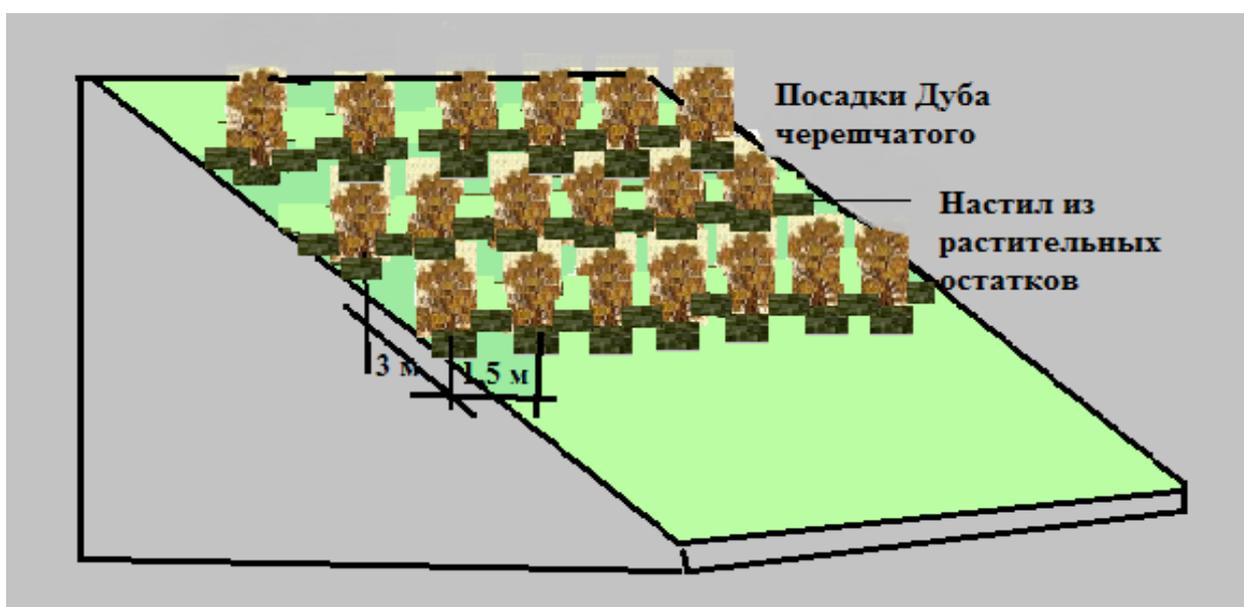


Рисунок 6.2 – Схема посадки дуба черешчатого на склонах солнечной экспозиции с использованием настила из растительных остатков

Перед посадками необходимо с помощью инструментов провешивать ряды и площадки. Обработку площадок проводится с помощью моторизованного бура с устройством посадочных ям, диаметром и глубиной 30 см, перед посадкой добавляют торфяно-земляную смесь, в количестве 0,2 кг в каждую посадочную яму (Таблица 6.3).

Таблица 6.3 – Агротехнические приемы создания защитных лесных насаждений с главной породой дубом черешчатым

№ РТК	Расположение защитных лесных насаждений	Экспозиция, крутизна склона, ТУМ	Подготовка площади	Обработка почвы	Способ посадки	Схемы смешения	Размещение посадочных мест	Количество уходов, межд-числ., ряды- знам.)
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	Нижняя часть склона Срединная часть склона	Солнечная, 8°-15° С ₂ , Д ₂ Теневая, 8°-15° С ₂ , Д ₂	Предварительная очистка от растительных остатков и сухой травы	Напашные террасы шириной 2,8- 3,0 м	Механизированная посадка 2-х летних сеянцев 2222 шт/ га Лп-366 шт Д-1490 шт Вз-366 шт.	Лп-Д-Д-Д-Д-Вз-	3х1,5 м	$\frac{3-2-1}{3-2-1}$
2	Срединная часть склона	Солнечная, 8°-15° С ₁ , Д ₁ , С ₂ , Д ₂	Предварительная очистка от растительных остатков и сухой травы, укладка настила из растительных остатков	Напашные террасы шириной 2,8-3,0 м	Механизированная посадка 2-х летних сеянцев шт/га 2222 шт/га Кл-366 шт Д-1490 шт Лп-366 шт.	Кл-Д-Д-Д-Д-Лп	3 х 1.5 м	$\frac{3-2-1}{3-2-1}$
3	Присклоновая часть склона	Теневая, 8°-15° С ₁ , Д ₁	Предварительная очистка от растительных остатков и сухой травы	Устройство площадок 1х1 м, 2х1 м	Ручная посадка в подготовленные мотообуrom ямки 2-х летних сеянцев 1090 шт/га Лп-180 шт Чер-180 шт Д-730 шт.	Чер-Д-Д-Д-Д-Кл	3 х 3 м	$\frac{0-2-1}{0-2-1}$

Продолжение таблицы 6.3									
№ РТК	Расположение защитных лесных насаждений	Экспозиция, крутизна склона, ТУМ	Подготовка площади	Обработка почвы	Способ посадки	Схемы смешения	Размещение посадочных мест	Количество уходов, между-числ., ряды- знам.)	
4	Обнаженные от растительности склоны балок	Теневая, 8°-15° С ₁ , С ₂ , Д ₁ , Д ₂	Предварительная очистка от растительных остатков и сухой травы	Площадки 1×1, 2×1 м. Ямы механизированным буром по площадкам. Настил из растительных остатков	Ручная посадка в подготовленные мотобуром ямки 2-х летних сеянцев 1090 шт/га Лп-432 шт/га Кл-432 шт/га Д-432 шт/га	Лп-Д-Д-Д-Д-Д-Кл	3 х 3м	$\frac{0-2-1}{0-2-1}$	
5	Присклоновые участки склона	Солнечная, 8°-15° С ₀ , Д ₀ , Д ₁ , С ₁	Предварительная очистка от растительных остатков и сухой травы	Устройство площадок 1х1 м, 2х1 м, ямы механизированным буром по площадкам, укладка настила	Ручная посадка в подготовленные мотобуром 2-х летних сеянцев 1296 шт/га Вин-180 шт/га Кл-180 шт/га Д-730 шт/га	Вин-Вин-Д-Д-Д-Кл-Д-Кл	3 х 3м	$\frac{0-2-1}{0-2-1}$	
6	Нижние участки склона	Теневая, 8°-15° С ₃ , Д ₃ , С ₄ , Д ₄	Предварительная очистка территории	Напашные террасы шириной 2,8-3,0 м	Ручной посев в подготовленные лунки желудей дуба в количестве 3 шт/лунка 19800 шт/га	Д-Д-Д-Д-Д	3х0,5м	$\frac{3-2-1}{3-2-1}$	
7	Присклоновые участки склона	Теневая, 15 до 35° С ₁ , Д ₁	Предварительная очистка от	Устройство площадок 1х1 м, 2х1 м,	Ручная посадка в подготовленные мотобуром ямки 2-х	Д-Д-Д-Д-Д	3х3м	$\frac{3-2-1}{3-2-1}$	

Продолжение таблицы 6.3

8	Присклоновые участки склона	Солнечная, 15 до 35° С ₀ , Д ₀	Предварительная очистка от растительных остатков и сухой травы	Устройство площадок 1х1 м, 2х1 м, ямы механизированным буром по площадкам, укладка настила из растительных остатков	летних сеянцев 1090 шт/га	Кл-Кл-Кл-Д-Д-Д-Д-Д-Д-Лп-Лп-Лп	3х1,5м	0-2-1
9	Нижние участки склона	Солнечная, 15 до 35° С ₃ , Д ₃ , Теневая, 15 до 35° С ₄ , Д ₄	Предварительная очистка от растительных остатков и сухой травы	Напашные террасы шириной 2,8-3,0 м	Механизированная посадка 2-х летних сеянцев 2212 шт/га Ак-365 шт/га Д-1482 шт/га Лп-365 шт/га	Ак-Д-Д-Д-Д-Лп	3х1,5м	3-2-1
10	Срединные участки склона	Солнечная, 15 до 35° С ₁ , Д ₁ , Теневая, 15 до 35° С ₂ , Д ₂	Предварительная очистка от растительных остатков и сухой травы	Напашные террасы шириной 2,8-3,0 м	Механизированная посадка 2-х летних сеянцев 2212 шт/га Ак- 553 шт/га Д – 1106 шт/га Кл-553 шт/га	-Ак-Ак-Д-Д-Д-Д-Кл-Кл-	3х1,5 м	3-2-1

Примечание: в последнем столбце показано количество уходов по годам: в год посадки-на второй год-на третий год; В3-вяз; Лп - липа; Д - дуб; Кл-клен остролистный, Ак- акация желтая, Вин-виноград пятилисточковый.

Посадка осуществляется двухлетними сеянцами дуба с размещением растений $3,0 \times 1,5$ м, что позволяет саженцам конкурировать с травянистой растительностью и произрастать с открытой вершиной.

6.1.4 Агротехнические приемы создания защитных лесных насаждений с лиственницей сибирской

Лиственница сибирская (*Larix sibirica* L.) успешно растет в защитных лесных насаждениях в Приволжском районе, образуя насаждения с высокими мелиоративными свойствами. Результаты инвентаризации показали, что на дерново-подзолистых почвах она в возрасте 46 лет достигает высоты 27 м и диаметра ствола 28 см в Мариинско-Посадском районе Чувашской Республики, что подтверждает перспективность ее использования в создании защитных лесных насаждений (Приложение О). Лиственница сибирская отличается долговечностью, засухоустойчивостью, интенсивным ростом. Несмотря на эти достоинства, использование лиственницы в защитном лесоразведении и озеленении в лесостепной зоне весьма ограничено. Лиственница сибирская пригодна для создания защитных насаждений во всех типах условий местопроизрастания, за исключением песчаных почв в Присурском и Кубня-Булинском подрайонах. Хорошо растет в срединном ТУМ на склонах солнечной экспозиции, в низинном ТУМ склонов всех экспозиций. При формировании защитных лесных насаждений лиственницу можно высаживать в смеси с кленом остролистным, липой мелколистной, ясенем обыкновенным. При создании чистых насаждений из лиственницы сибирской вскоре вторым ярусом появляется самосев ели европейской. Анализ существующих насаждений позволил сделать вывод, что лучшими условиями местопроизрастания лиственницы сибирской являются условия С₂, Д₂. Приживаемость посадок и их сохранность зависит от гранулометрического состава почвы и уровня грунтовых вод. В смешанных насаждениях

лиственницы сибирской с елью европейской на территории Мариинско-Посадского участкового лесничества Чувашской Республики (Приволжский район) продуктивность древостоя высокая. На территории Турганкассинского участкового лесничества Чувашской Республики лиственница сибирская в смешанном насаждении с кленом остролистным характеризуется хорошей продуктивностью.

При введении лиственницы сибирской в состав защитных лесных насаждений нужно учитывать, что она не выдерживает застоя воды, поэтому типы условий местопроизрастания D_3 , C_3 , D_3 и D_4 не рассматриваются. Хорошо зарекомендовали себя насаждения из лиственницы, высаженные рядами с севера на юг, так как максимально получают солнечную энергию за вегетационный период (солнечный западный склон) (Таблица 6.4).

При создании защитных лесных насаждений в срединной части склона, солнечной экспозиции, крутизной $8-15^\circ$ применяются напашные террасы, шириной 2,5-3,0 м. Применяется смешение лиственницы сибирской (1650 шт./га) с елью европейской (1650 шт./га) по кулисной схеме – 4 ряда лиственницы чередуются с 4 рядами ели европейской, при этом сеянцы высаживают в ряды поперек склона. Расстояние между рядами лиственницы и ели составляет 3 м, в ряду – 1 м. На теневой экспозиции применяется схема посадки $3 \times 1,5$ м (таблица 6.4). На склонах крутизной $15-35^\circ$ применяется посадка по площадкам 1×1 м и 2×1 м с использованием настила из растительных материалов (таблица 6.4).

Лиственница светолюбива и хорошо растет на открытых и проветриваемых экспозициях. Почвы под ней должны быть рыхлыми и содержащими достаточное количество воды и воздуха. Поэтому агротехнический уход за лиственницей должен быть направлен, с одной стороны, на обеспечение достаточного притока света к её кронам, с другой стороны, предотвращать рост сорняков и образование дернины.

Таблица 6.4 – Агротехнические приемы создания защитных лесных насаждений (ЗЛН) с лиственницей сибирской

№ РТК	Расположение защитных лесных насаждений	Экспозиция и крутизна склона, ТУМ	Подготовка площадки	Обработка почвы	Метод закладки	Размещение посадочных мест	Схема смешения	Количество уходов
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	Срединная часть склона	Солнечная, 8°-15° С ₂ Д ₂	Предварительная очистка растительных остатков и сухой травы	Напашные террасы шириной 2,5-3,0 м, с обработанными лентами шириной 1,0-1,5 м	Посадка сеянцами	3x1,0 м	Лц-Лп-Лц-Лц-Е-Е-Е-3300 шт/га Лц -1650 шт., Ель- 1650 шт/га,	3-2-1
2	Присклоновая часть склона	Теневая, 8°-15° С ₂ Д ₂	Предварительная очистка от растительных остатков и сухой травы	Напашные террасы шириной 2,5-3,0 м, ленты шириной 1,0-1,5 м	Посадка сеянцами	3x1,5 м	Лц-Е-Е-Лц -Лп-2212 шт/га Ель- 1107 шт/га Лц-730 шт/га Лп -365 шт/га	3-2-1
3	Свободные от растительности склоны балок теневых	Теневая, 15°-35° С ₂ Д ₂	Предварительная очистка от растительных остатков и сухой травы	Устройство площадок 1x1 м, 2x1 м, ямы механизированным буром по площадкам. Настил из растительных остатков.	Посадка вручную на площадки	3x1,5 м	Лц-Е-Лц-Е-Е-Е-Лц-См-2212 шт/га Лц -830 шт/га Ель-1106 шт/га Смородина-276 шт/га	0-2-1
4	Срединная часть склона	Солнечная, 15°-35° С ₂ Д ₂	Предварительная очистка от растительных остатков и сухой травы	Площадки 1x1 м, 2x1 м, ямы вручную механизированным буром. Настил из растительных остатков	Посадка вручную на площадки	2,5x1,5	Лц-Лц-Е-Е-Лц-Лц-Ак-2680 шт/га Лц- 1528 шт, Ель-764 шт/га Акация-375 шт/га	0-2-1

6.2 Совершенствование агротехнических приемов создания защитных лесных насаждений на склонах лесостепи Приволжской возвышенности

6.2.1 Применение настила из растительных остатков в агротехнических приемах создания защитных лесных насаждений на склонах лесостепи Приволжской возвышенности

Подготовка склоновых территорий для создания защитных лесных насаждений на склонах более 15° заключается в создании выемочно-насыпных террас, что предусматривает применение сложной техники и энергоемких технологий. Альтернативой этому является способ подготовки склонов, крутизной более 15° для создания защитных лесных насаждений без нарушения склоновой поверхности.

Все земельные участки, находящиеся в хозяйственном обороте на склонах, характеризуются недостаточным разнообразием видового состава травянистых растений по сравнению с количеством видов растений, произрастающих на других земельных участках. Именно поэтому полосы зеленых насаждений становятся важным средством создания и поддержания естественного равновесия ландшафта, поскольку являются одним из наиболее разнообразных по видовому составу биоценозов и способствуют обогащению окружающего ландшафта микроорганизмами и животными.

Известные способы укрепления склоновых земель путем создания культур на склонах, включают подготовку почвы, посадку сеянцев или саженцев чередующимися блоками из древесных и кустарниковых пород, агротехнические и лесохозяйственные уходы за ними [38]. Другие способы создания защитных лесных насаждений на склонах включают устройство выемочно-насыпных террас, подготовку почвы на полотно террасы и посадку растений, проведение агротехнических уходов. Однако устройство

технологических террас является трудоемкой дополнительной операцией, требует больших финансовых средств и нарушает естественный ландшафт склона, почвенный покров и естественную травянистую растительность, геологическую структуру склона, что в конечном итоге может привести к возникновению и развитию эрозионных процессов. Формирование полотна террас ограниченной ширины приводит к повреждению корневой системы у древесно-кустарниковых растений, произрастающих на склонах.

В этой связи нами предлагается биологический способ подготовки склоновых территорий, крутизной более 15° для создания защитных лесных насаждений. Объектом исследования явились склоновые земли правобережья р. Волги, оврагов и балок в пределах границы землепользования г. Чебоксары. Цель разработки способа – улучшение почвенно-экологических условий естественных и нарушенных склоновых земель, крутизной более 15° с последующим восстановлением древесно-кустарниковой растительности. Поставленная цель достигается за счет того, что вместо сооружения технологических террас на склоновых территориях, на подготовленные площадки укладывается настил из рулона спрессованных естественных растительных материалов (листвы, травы, соломы, порубочных остатков). Рулоны получены из опавшей листвы или скошенной травы (можно из соломы, мелких порубочных лесосечных отходов) с помощью устройства для прессования растительных материалов, подтвержденного патентом № 2340480 от 10 декабря 2008 г [226] (Приложение Н) или пресс-подборщика сельскохозяйственного назначения.

Схематичный план пресса для прессования растительных остатков изображен на рисунках 6.3, 6.4 и в приложении Н. Пресс навешивается на трактор типа МТЗ сзади. Состоит из рамы (1), сваренной из равнобоких уголков, навесного устройства (2), приваренного к вертикальному листу (3), закрытой прессовальной камеры (4) прямоугольной формы, воронки (5) для

загрузки материала, пуансона (6) в виде прямоугольной плиты основного гидроцилиндра (7), головка (8) которого прикреплена при помощи пальца к листу (3), а шток (9) прикреплен к пуансону (6). Для предотвращения перекоса пуансона служат направляющие штоки (10), концы которых жестко закреплены на пуансоне, скользящие в направляющих перегородки (11) на фторопластовых втулках (12) (Рисунок 6.3, 6,4, Приложение Н).

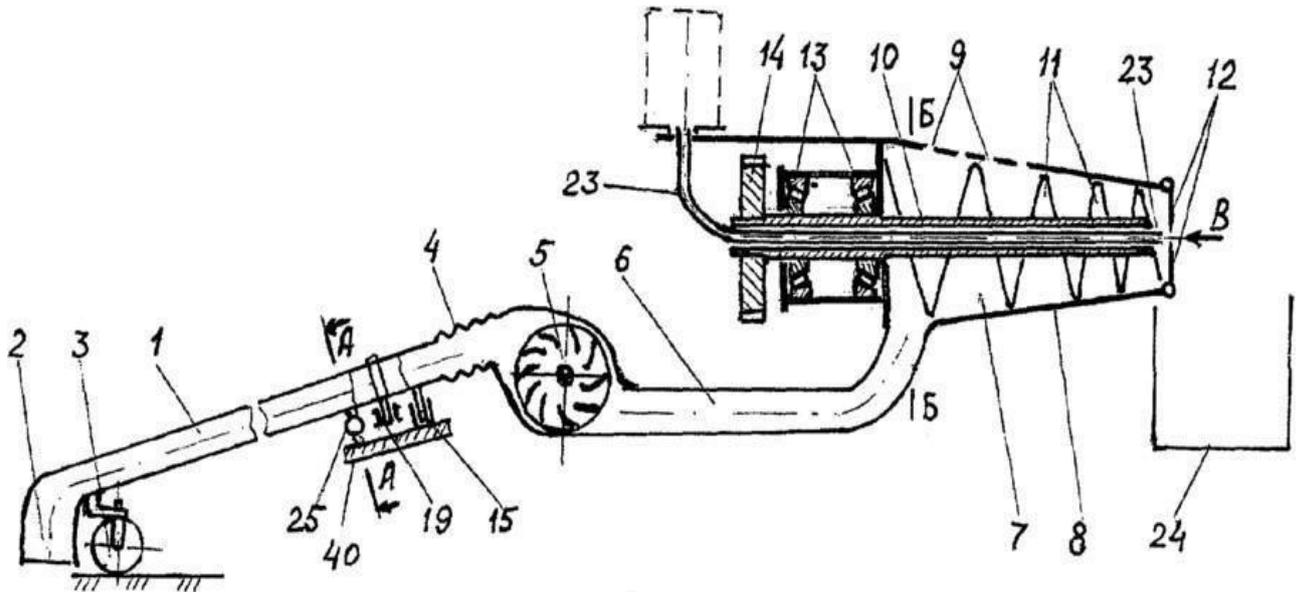


Рисунок 6.3 – Схема продольного разреза пресса

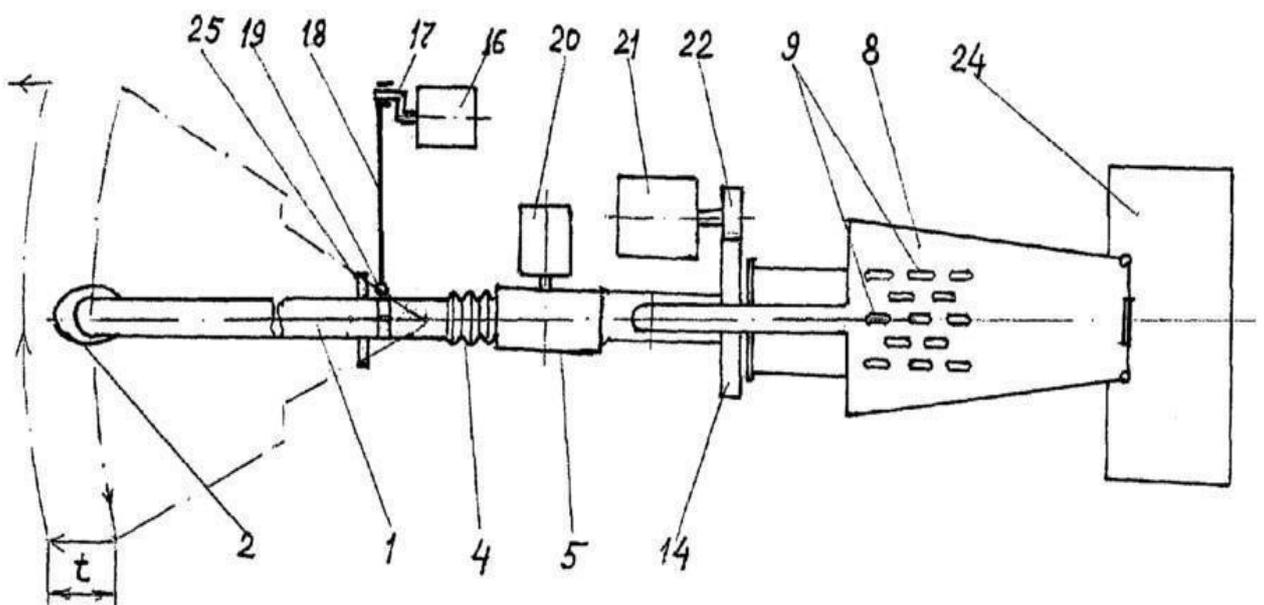


Рисунок 6.4 – Схема листоподборщика (вид сверху)

Выгрузное окно прессовальной камеры закрыто дверкой (16), поворачивающейся в боковую сторону вокруг оси (17) и удерживающейся в закрытом положении фиксатором (18). Над прессовальной камерой (4) за загрузочным люком (5) установлена емкость (21) для клеящего вещества. Устройство для введения клеящего вещества в прямоугольный брикет имеет шприцы (22), иглы (23) которых при работе входят в запрессованную массу листвы, цилиндр (24) жестко связан с подвижной плитой (25) (Рисунок 6.3, 6.4, Приложение Н). Работа гидравлического пресса заключается в загрузке растительных материалов (листья, солома и др.) в прессовальную камеру через загрузочный люк. Затем с помощью гидроцилиндра растительные материалы сжимаются, при этом загрузочный люк закрывается заслонкой при помощи гидроцилиндра. Затем люк открывается, и следующая порция растительных материалов загружается в прессовальную камеру, которая снова сжимается (прессуется). После достаточного прессования с помощью плунжера гидроцилиндра в спрессованную массу подается клеящий раствор, который распространяясь внутри спрессованного растительного брикета увеличивает его сцепление. После завершения процесса прессования и сцепления брикет выгружается на приемную площадку. Применяемый для сцепления брикетов клей может быть органический или полимерный, не имеющий токсических свойств. Брикетты спрессованной листвы могут использоваться для мульчирования посадок саженцев и сеянцев на бедных питательными веществами землях, особенно на склонах оврагов, для получения биогумуса.

Изготовленные брикетты укладываются в виде настила поперек склона на подготовленные площадки, размером 1×1 м или 2×2 м. Схема расположения настила подбирается в зависимости от активности эрозионных процессов, характера склонового смыва, направленности и крутизны склона, расположения площадок. На склоновом участке определяется площадь

территории для восстановления, разрабатывается схема размещения настилов из растительных материалов, рассчитывается их число.

Многолетний опыт изучения экосистемы склонов после их нарушения в результате эрозионных процессов показывает, что процессы сукцессии на нарушенных землях проходят очень медленно. Причиной этому являются неблагоприятные почвенно-экологические условия. Нами был проведен эксперимент по изучению изменений влажности и температуры почвы после устройства растительных рулонов на склонах разной крутизны и экспозиции. Результаты показывают, что в условиях солнечного склона при высоких температурах воздуха наблюдается перегрев поверхности почвы. Среднемесячная температура поверхности склона в июле-месяце достигает до 32 °С, а в отдельные дни – до 48–50 °С. Соответственно при такой температуре и влажности почвы поверхности склона приживаемость растений очень низкая, а произрастающие на склонах растения испытывают температурный стресс. Устройство настилов из растительных остатков позволяет снизить температурный режим почвы на склонах на 4–6 градусов и стабилизировать влажность почвы на солнечных склонах. Теневой склон отличается от солнечного склона по влажности и температурному режиму (Рисунки 8.5, 8.6).

Северный склон плохо прогревается, температура воздуха и почвы бывает на 3–5 градусов ниже, чем на солнечном склоне, особенно в начале вегетационного периода. По этой причине вегетация растений на теневых склонах начинается на 5–7 дней позже по сравнению с растениями на солнечных склонах и на 3–5 дней позже, чем в присклоновом ТУМ склона.

Устройство настила из прессованных листьев или других растительных материалов толщиной 5–7 см позволяет повысить температуру поверхности почвы на 4–6 градусов и стабилизировать влажность почвы.

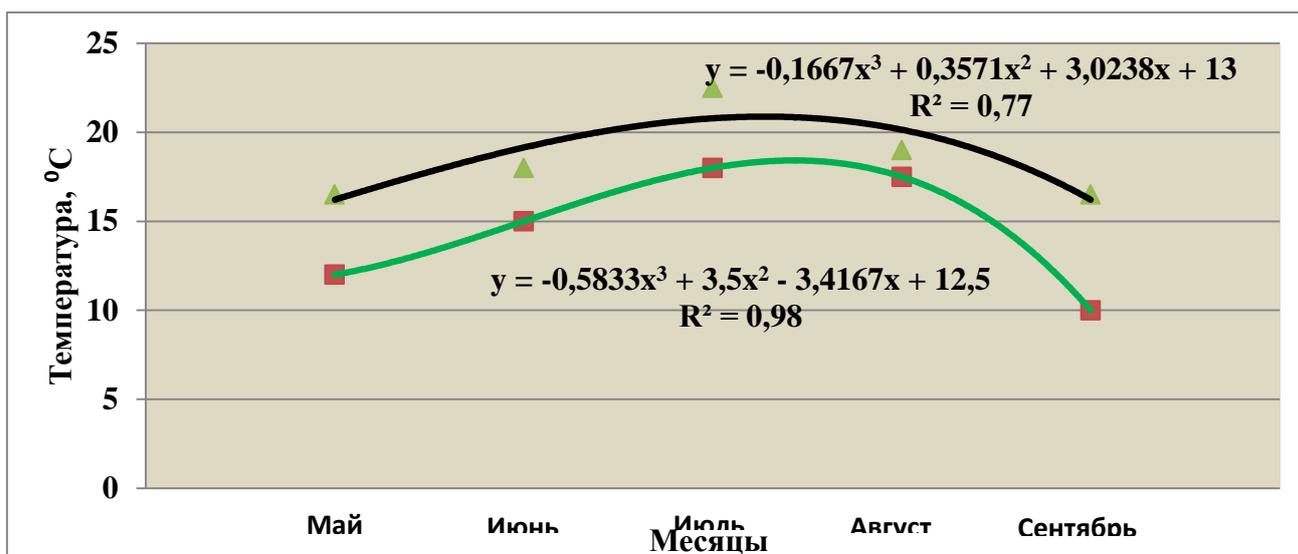


Рисунок 6.5 – Изменение температуры почвы склона до (зеленый) и после (черный) использования настила из растительных остатков на склонах теневой экспозиции

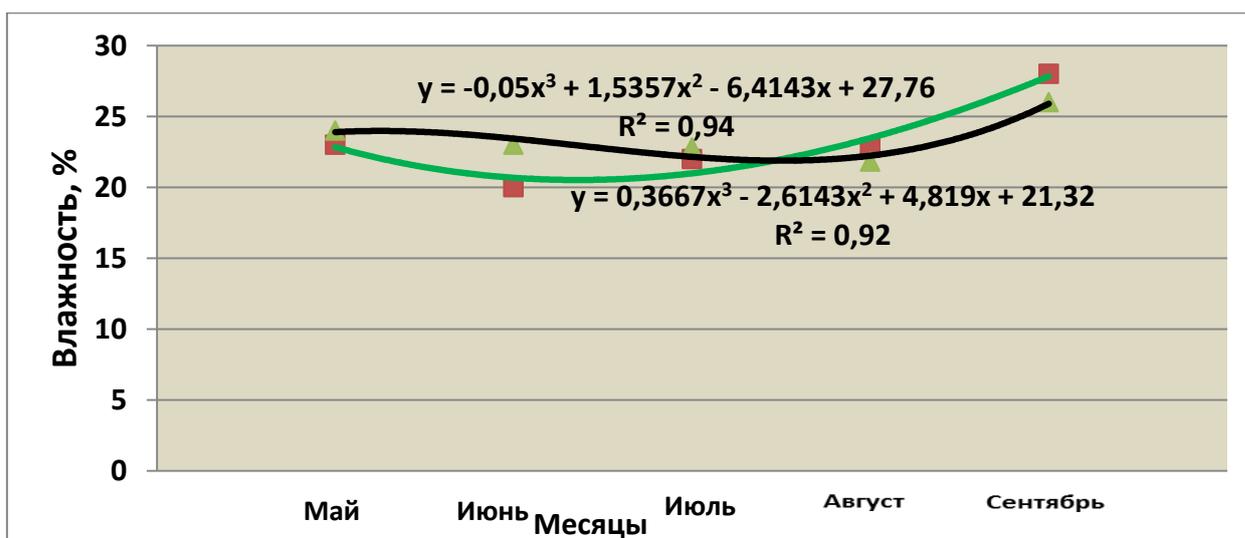


Рисунок 6.6 – Изменение влажности почвы склона до (зеленый) и после (черный) использования настила из растительных остатков на склонах солнечной экспозиции

Проведенный регрессионный анализ позволил установить зависимость температуры поверхности почвы на склоне от температуры воздуха (x) до (Y_1) и после (Y_2) проведения восстановительных работ с коэффициентами детерминации $R^2 = 0,99$ и $R^2 = 0,77$ соответственно (Формула 6.1, 6.2):

$$Y_1 = -0,3333x^3 + 1,1429x^2 + 2,9762x, \quad (6.1)$$

$$Y_2 = -0,1667x^3 + 0,357x^2 + 3,02x + 13, \quad (6.2)$$

Зависимость влажности почвы (Y) от влажности воздуха (x) до и после укладки биологического материала описывается полиномиальными уравнениями с коэффициентами детерминации $R^2 = 0,92-0,94$.

Таким образом, устройство настила из прессованных листьев толщиной 5–7 см позволяет повысить температуру поверхности почвы на 4–6 градусов и стабилизировать влажность почвы.

Предлагаемый способ укрепления склонов путем создания защитных лесных насаждений на склонах, предварительно уложенных настилами из растительных остатков с использованием посадочного агрегата, не нарушает естественный склон и лесорастительный слой. Данные исследования подтверждены актами о внедрении (Приложение П).

6.2.2 Применение комбинированного лесопосадочного агрегата для создания защитных лесных насаждений на склонах лесостепи Приволжской возвышенности

При создании защитных лесных насаждений на склонах крутизной более 15° необходимо предварительно готовить выемочно-насыпные террасы для посадки древесно-кустарниковых растений, что сопряжено с большими затратами энергетических ресурсов, что сказывается в конечном итоге на экономической эффективности создаваемых насаждений. Имеются в применении лесопосадочные машины, позволяющие проводить лесопосадочные работы на склонах, но их работа и эффективность ограничена максимальной крутизной склонов до 20°.

В этой связи для облесения склонов крутизной 15°-35° нами предлагается комбинированный лесопосадочный агрегат, подтвержденный патентом № 2389177 от 20 мая 2010 г.[227] (Приложение Н), позволяющий проводить

посадку защитных лесных насаждений на расстоянии до 30 м с бровки вниз по склону.

Лесопосадочный агрегат состоит из погрузчика-экскаватора (1) с грейферным ковшом (2) и бульдозерной лопатой (3) и двухосного прицепа, на раме (5) которого смонтированы емкость для перегнойной почвы (6), емкость для мульчи (7), бак для воды (8), емкости для семян или саженцев (9), барабан для кабеля или шлангов (10), сиденья для рабочих (15), передвижной ямокопатель (12) и тележка (13) (Рисунок 6.7, 6.8, Приложение Н). Емкость для спуска грузов по склону выполнена в виде двухосной тележки с коробчатым кузовом. Агрегат также имеет две лебедки, которые установлены на прицепе при помощи рычажной рамки с двух разных сторон.

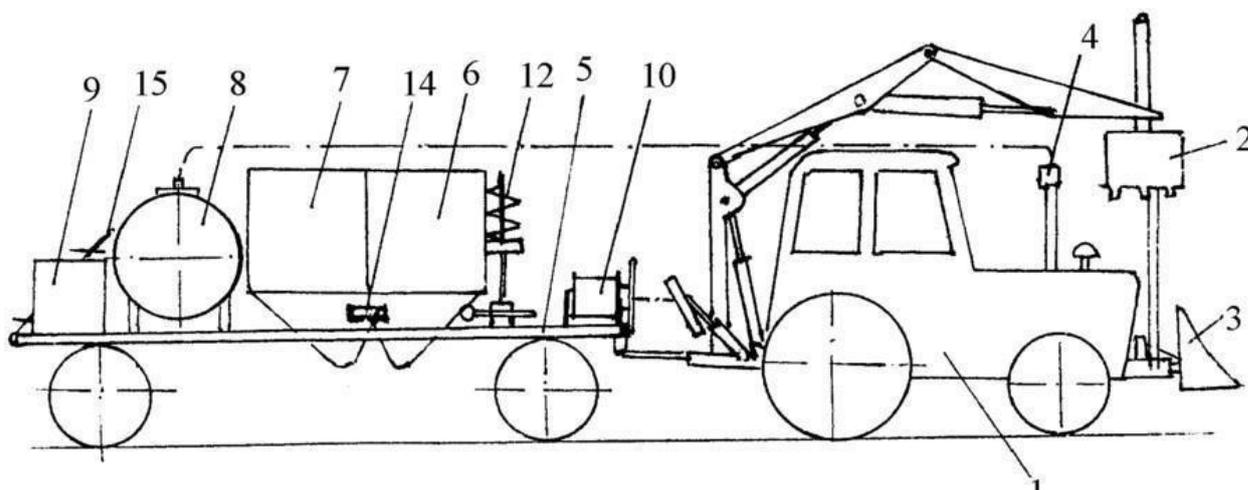


Рисунок 6.7 – Лесопосадочный агрегат в транспортном положении

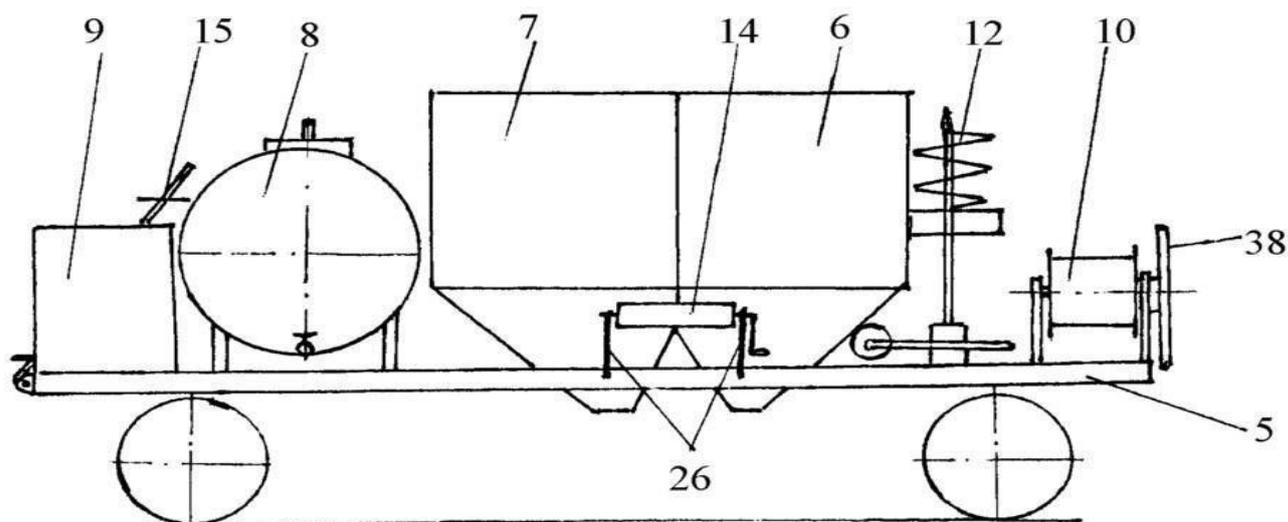


Рисунок 6.8 - Лесопосадочный агрегат (вид сбоку)

В процессе работы погрузчиком-экскаватором емкость прицепа загружается мелкоизмельченной перегнойной почвой, емкость для мульчи загружается мульчой (измельченной соломой, торфом, листвой, хвоей, песком), бак для воды заполняется водой с открытого водоисточника, емкости для хранения сеянцев или саженцев заполняется применяемым посадочным материалом из питомника. Бровки балок (оврагов) выполаживаются при помощи бульдозерной лопаты. Посадку начинают с нижней части склона вверх или со дна балки к вершине. Лесопосадочный агрегат устанавливается устойчиво на рабочую позицию на подготовленной бровке балки. С помощью каната лебедки агрегата до дна балки спускается ямокопатель, который обслуживает двое рабочих (Рисунок 6.9, Приложение Н). Ямокопателем выполняется копка ям для посадки в соответствии с принятой схемой посадки. Затем с помощью лебедки ямокопатель подтягивается вверх по склону и снова выполняет копку ям и таким образом работа ямокопателя происходит до вершины склона или берега балки.

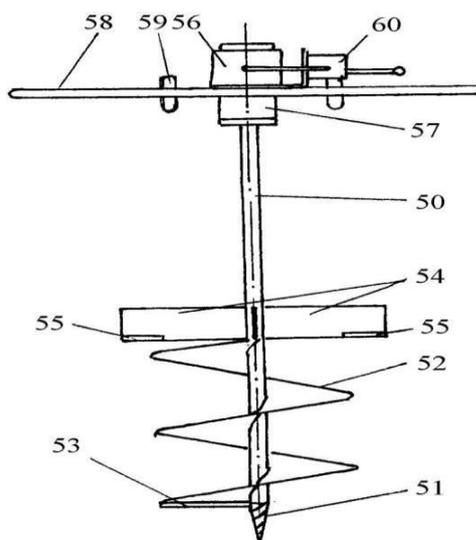


Рисунок 6.9 – Ямокопатель лесопосадочного агрегата

При использовании в качестве привода вала ямокопателя электродвигателя трактор оборудуется электрогенератором. Гидропривод ямокопателя обеспечивается насосом погрузчика-экскаватора. После подъема ямокопателя к месту расположения подготовленных ям в нижней части склона или балки спускается тележка с помощью лебедки и канатов. На тележку устанавливается емкость с посадочным материалом, насыпается перегнойная почва и мульча из емкостей. Вода для послепосадочного полива подается по шлангу из емкости на посадочном агрегате. Происходит посадка семян или саженцев в подготовленные ямы, перегнойная почва и мульча из емкостей используется для заполнения посадочной ямы и мульчирования поверхности посадочного места после посадки. После посадки тележка подтягивается выше по склону и процесс посадки повторяется. Вода из емкостей используется для послепосадочного полива водой. После поднятия тележки на бровку склона или балки, лесопосадочный агрегат переезжает на новую позицию и процесс посадки повторяется. Таким образом, происходит посадка защитных лесных насаждений на склонах или берегах балок (Рисунок 6.10).



Рисунок 6.10 – Насаждения сосны обыкновенной, созданные по усовершенствованной агротехнике и укрепление крутого склона с использованием девичьего винограда пятилисточкового

Мульчирование предохраняет почву от перегрева и высыхания, препятствует образованию почвенной корки. Применение предлагаемого лесопосадочного агрегата позволяет создавать защитные лесные насаждения на склонах крутизной до 45° , а также значительно повышает качество и приживаемость посадки растений.

6.3 Видовой состав древесных, кустарниковых пород с учетом дифференциации склоновых земель по лесопригодности

На склонах наряду с речными долинами формируются денудационные и аккумулятивные формы рельефа, где широко распространены эрозионные процессы. Склоны различной крутизной и водно-, почвенно-климатическими процессами усложняют конфигурацию земельных угодий за счет расчленения поверхности при образовании оврагов, ухудшают гидрологический режим почв

и подстилающих грунтов, снижают общее плодородие почв, истощают водные источники. Склоновые земли в большинстве почвенно-климатических районов занимают 10–30 % территории и представлены в основном крутыми склонами протяженностью сотни метров. На территориях исследованных регионов склоны распространены не одинаково и в основном эти земли пустуют, в хозяйственный оборот не вовлечены. В Чувашской Республике, Республике Татарстан, в лесостепной зоне Ульяновской области с сильно расчлененным рельефом они занимают до 15 % овражно-балочных систем, в равнинных частях Республики Мордовия, Ульяновской области от 1,0 до 2,5%, в регионах со значительной лесистостью территории Нижегородской области, Республики Марий Эл – всего 1,2–2,2 %. С учетом форм поперечного рельефа, экспозиции склона и крутизны, почвенно-климатических условий, и основываясь на категорию склоновых земель по *А.А. Тоцицкому, предлагается усовершенствованная классификация склоновых земель (Таблица 6.5). Для склоновых земель, как и для любых других природных комплексов, характерно большое их разнообразие по рельефу, интенсивности геологических процессов, почвенно-литологическим и гидротермическим условиям, что определяет необходимость дифференцированного подхода к их освоению.

По способам хозяйственного использования склоновые земли разделены на отдельные категории и для каждой категории земель предложены расчетно-агротехнические карты создания защитных лесных насаждений.

Склоновые экологические системы в зависимости от высотного положения рельефа требуют определенного подбора агротехники и породного состава при создании защитных лесных насаждений. В зависимости от экспозиции склона и высотного положения экотопа, используется определенный ассортимент древесно-кустарниковых растений (Рисунок 6.11 и 6.12).

Таблица 6.5 – Классификация склоновых земель на крутосклонах*

Категория)	Тип склона	Крутизна	Экспозиция	Степень увлаженности почвы	Степень смытости	Условные обозначения
1	2	3	4	5	6	7
5	Прямой Выпуклый Вогнутый	8-15 ⁰	Солнечная	0-очень сухие	Не смытые и слабосмытые Среднесмытые Сильносмытые	ВСп5 (РСп)0нс
				0-1-сухие		ВСк5 (РСк)0-1нс
				1-суховатые		ВСн5 (РСн)0-1нс
			Теневая	1-2-свежеватые		ВСп5 (РТп)0нс
				2-свежие		ВСк5 (РТк)2нс
				3-влажные		ВСн5 (РТн)3срс
				4 сырые		ВСп5 (РТп)4сс
6	Прямой Выпуклый Вогнутый	15-35 ⁰	Солнечная	0-очень сухие	Не смытые и слабосмытые Среднесмытые Сильносмытые	ВСп6 (РСп)0нс
				0-1-сухие		ВСк6 (РСк)0-1нс
				1-суховатые		ВСн6 (РСн)0-1нс
			Теневая	1-2-свежеватые		ВСп6 (РТп)0нс
				2-свежие		ВСк6 (РТк)2нс
				3-влажные		ВСн6 (РТн)3срс
				4 сырые		ВСп6 (РТп)4сс
7	Прямой Выпуклый Вогнутый	35 ⁰	Солнечная	0-очень сухие	Не смытые и слабосмытые Среднесмытые Сильносмытые	ВСп7 (РСп)0нс
				0-1-сухие		ВСк7 (РСк)0-1нс
				1-суховатые		ВСн7 (РСн)0-1нс
			Теневая	1-2-свежеватые		ВСп7 (РТп)0нс
				2-свежие		ВСк7(РТк)2нс
				3-влажные		ВСн7 (РТн)3срс
				4 сырые		ВСп7 (РТп)4сс

*Примечания: ВСп5(РСп)0нс склон средней крутизны, прямой, 5 категории (крутизна 8-15⁰), склон прямой, солнечной экспозиции, очень сухой, не смытый или слабосмытый. ВСп5 (РТп) 4сс - склон средней крутизны, выпуклый, 5 категории (крутизна 8-15⁰), склон прямой, теневой экспозиции, сырой, среднесмытый. Условные обозначения: ВСп5 - прямой пятой категории, ВСк 5 – выпуклый пятой категории; ВСн 5- вогнутый 5 категории РСп-склон солнечной экспозиции, РТ – скло теневой экспозиции. НС- не смытый, СРС- средней смытости, СС-сильносмытый, 0-1; 1-2; 2 -- степень увлажнения



Рисунок 6.11 – Ассортимент защитных лесных насаждений по типам условий местопроизрастания (ТУМ) для склонов солнечной экспозиции

При соблюдении определенных требований в процессе создания защитных лесных насаждений можно добиться положительных результатов в создании лесных насаждений, устойчивых к неблагоприятным экологическим факторам на склоновых землях.

Целый ряд агротехнических приемов на склоновых землях направлен на увеличение грунтовой всхожести семян. Для того чтобы объективно определить начало появления всходов и их массовый рост разового наблюдения недостаточно. Наблюдения за появлением всходов путем систематического подсчета количества всходов дают ясную картину преимущества того или иного агроприема по увеличению грунтовой всхожести семян и сохранности всходов.



Рисунок 6.12 – Ассортимент и породный состав защитных лесных насаждений в зависимости от типа условий местопроизрастания (ТУМ) на склоне теневой экспозиции

В ходе проведения исследований нами было изучено влияние сроков посева желудей дуба черешчатого на грунтовую всхожесть, сохранность семян и выход посадочного материала на склоновых землях [8, 9, 33].

Для изучения влияния сроков посева желудей на всхожесть и на выход стандартного посадочного материала нами были заложены участки на склоновых землях весенним и осенним посевом желудей дуба черешчатого в Сотниковском лесничестве Мариинско-Посадского участкового лесничества Чувашской Республики на предварительно подготовленные участки склонов, выложенные из растительных остатков. До появления всходов по диагонали посева было заложено 10 учетных площадок длиной по 1 м. Учет проводился на второй строчке, на каждой площади, так как посев четырехстрочный. Учетные строчки длиной по 1 м закрепляли колышками. При проведении учета отмечалась дата появления первых и массовых всходов. В посевах первого года

выращивания учет производился в период май–июнь- через каждые 4–5 суток, а затем в июле–сентябре – с интервалом в две недели. Все данные заносились в журнал лесопатологического мониторинга лесного питомника. Там же отмечалось количество погибших и пораженных, но живых всходов и сеянцев. Результаты влияния сроков посева на выход сеянцев приведен в таблице 8.5. Появление всходов у осеннего посева были зафиксированы 24 мая, а весеннего – 15 июня. В конце вегетационного периода производится учет количества однолетних стандартных сеянцев на единице площади. На рисунке 6.13 представлен график, отражающий появление всходов дуба и их сохранность в течение вегетации в зависимости от срока высева желудей. По данным рисунка 6.13 можно сделать вывод, что при осеннем посеве сеянцы появляются раньше, чем при весеннем посеве. Количество здоровых сеянцев со дня появления всходов увеличиваются с 24 мая по 14 июня интенсивно. С 20 июня по 15 июля количество здоровых сеянцев остается постоянным. Проростки весеннего посева появляются постепенно. В конце вегетационного периода большее количество здоровых сеянцев наблюдается при осеннем посеве желудей. Первые всходы дуба появились в осенних посевах 24 мая, весенних – только в середине июня (14.06). В это время на 1 пог, м осеннего посева было уже 26 проростков.

Соблюдение агротехники выращивания сеянцев дуба позволяет получать до 50 % стандартных сеянцев уже в первый год выращивания. При осеннем посеве количество стандартных сеянцев по высоте и диаметру составляет 54,5 %, при весеннем – меньше на 12,5 % (42 %). Эти сеянцы могут выбираться весной при проведении весенней подрезки корней у двухлетних сеянцев. К 4 июля 69,5 % сеянцев дуба осеннего посева имеют высоту 12 см и более, а весеннего посева – 52,6 %.

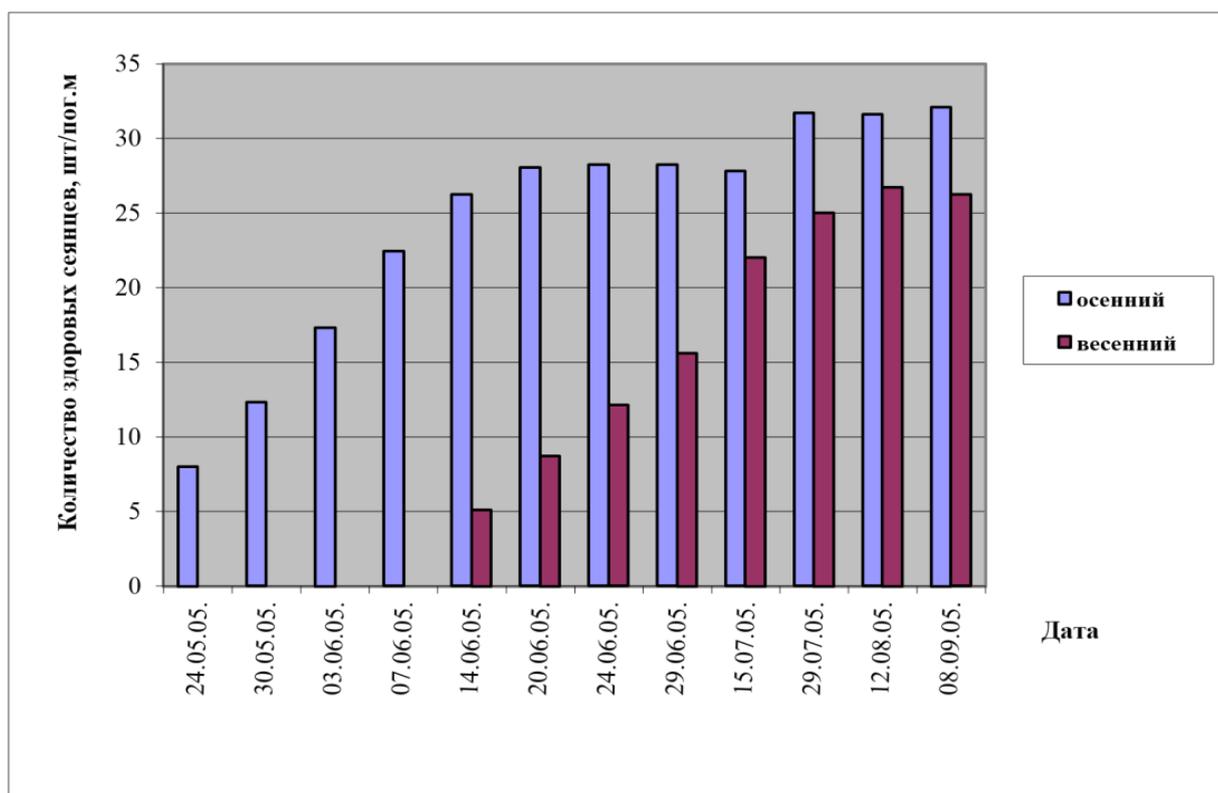


Рисунок 6.13 - Влияние сроков посева желудей на количество сеянцев дуба черешчатого (шт. / пог. м)

К 14 июля появляются сеянцы, имеющие диаметр 4 мм, 22,4 % у осеннего посева, а у весеннего – 21,4 % (Таблица 6.6). Из таблицы 8.6 видно, что стандартные сеянцы формируются раньше у сеянцев осеннего посева. Наибольший рост в высоту наблюдается у весеннего посева, а по диаметру – у осеннего посева. В конце вегетационного периода выход стандартных сеянцев осеннего посева на 12,2 % больше, чем у весеннего. В процессе мониторинга (Таблица 6.7) было проанализированы не только сроки появления всходов, но и изменения высоты сеянцев и появление семядолей.

Выявлено, что семядоли наиболее интенсивно появляются у осеннего посева с 24 мая по 14 июня, а у весеннего – с 14 июня по 15 июля. Следует отметить, что у осеннего посева интенсивность роста семядолей более высокая. Период появления семядолей называется семядольным. У осеннего посева

семядольный период продолжается с 03 мая по 14 июня, у весеннего – со 02 июня по 15 июля.

Таблица 6.6 – Влияние срока посева желудей на количество стандартных семянцев

Время наблюдения	Среднее количество семянцев	Из них количество стандартных. шт./%		
		по высоте. шт./%	по диаметру. шт./%	по высоте и диаметру шт./%
1	2	3	4	5
Весенний посев				
04.07	82	59 / 69.5	–	–
14.07.	56	35 / 62.5	12 / 21.4	10 / 17.9
01.08	78	45 / 57.7	9 / 11.5	9 / 11.5
15.08	68	51 / 75	33 / 48.5	33 / 48.5
02.09	50	35 / 70	22 / 44	21 / 42
Осенний посев				
04.07	78	41 / 52.6	38 / 48.7	23 / 29.5
14.07	67	37 / 55.2	15 / 22.4	13 / 19.4
01.08	75	47 / 62.7	26 / 34.7	20 / 26.7
15.08	64	42 / 65.6	26 / 40.6	22 / 34.4
02.09	44	26 / 59	24 / 54.5	24 / 54.5

Отмечается значительный отпад высаженных растений в связи с трудностями соблюдения агротехники выращивания, нарушениями сроков посева и посадки без учета особенностей склонов полярных экспозиций. Сложность проведения работ по агролесомелиорации на склонах связана с большими уклонами и неоднородностью почвенно-климатических условий склонов. Агролесомелиоративные работы возможно оптимизировать только путем внедрения комплексной механизации всего цикла создания защитных лесных насаждений на склонах с учетом соблюдения агротехнических приемов и сроков проведения работ.

Таблица 6.7 – Данные наблюдений за появлением всходов дуба в зависимости от срока посева

Показатели	Время наблюдений, число, месяц, год.											
	24.05	30.05	03.06	07.06	14.06	20.06	24.06	29.06	15.07	29.07	12.08	08.09
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
	Осенний посев											
1.Всего шт.	8	12.3	17.3	22.4	26.2	28.3	28.3	28.3	28.5	32.3	31.6	32.3
из них здоровых	8	12.3	17.3	22.4	26.2	28	28.2	28.2	27.8	31.7	31.6	32.1
погибших и поврежденных						0.3	0.4	0.4	0.8	1.4	1.4	1.4
механических повреждений						0.3	0.4	0.4	0.8	1.4	1.4	1.4
2.Появление семядолей	8	12.3	17.3	22.4	26.2	28	28.2	28.2	27.8	31.7	31.6	32.1
3.Средняя высота, см	2.9	4.7	5.1	7.15	11.4	11.8	12.4	13.5	12.4	14.4	14.4	14.7
	Весенний посев											
1. Всего шт.	–	–	–	–	5.1	8.7	12.1	15.6	22.7	25.3	26.8	26.5
из них здоровых	–	–	–	–	5.1	8.7	12.1	15.6	22	25	26.7	26.2
погибших и поврежденных	–	–	–	–	–	–	–	–	0.7	1	1.1	1.3
механических повреждений	–	–	–	–	–	–	–	–	0.7	1	1.1	1.3
2. Появление семядолей	–	–	–	–	5.1	8.7	12.1	15.6	22	25	26.7	26.2
3.Средняя высота, см	–	–	–	–	2.6	3.5	4.2	6.8	10.7	14.3	16.8	20.8

Технология выращивания посадочного материала оказывает влияние на формирование сеянцев, в том числе на прирост по высоте. Изменение сроков посева позволяет удлинить период вегетации и роста сеянцев по высоте.

При выращивании сеянцев дуба черешчатого по различным технологиям в работе определялись и сравнивались количественные и качественные показатели сеянцев и затраты на их выращивание. Изучение особенностей роста было осуществлено с использованием значений относительного прироста (R) и абсолютной скорости роста (AGR):

$$AGR = \frac{W_2 - W_1}{t_2 - t_1}, \quad (6.3),$$

где AGR – абсолютная скорость роста,
г/день W_1, W_2 – вес растения t_1, t_2 – время.

$$R = W_t - W_o \cdot W_t, \quad (6.4)$$

где R – относительный прирост. %

W_t, W_o – масса растения

Обработка данных проводилась по программе Excel и Stat.

Нами были проанализированы результаты изучения роста и развития сеянцев дуба черешчатого осеннего и весеннего посевов. Линейный рост у однолетних сеянцев дуба довольно отличается у сеянцев весенних посевов. Средняя высота однолетних сеянцев осеннего посева 24 мая составляет около 3 см, до 3 июня растет медленно. С 3 июня по 14 июня высота увеличивается в два раза, в последующее время прирост сеянцев замедляется, к концу вегетации средняя высота достигает до 14 см. Несколько по-иному происходит рост однолетних сеянцев дуба весеннего посева. В середине июня (14 июня) средняя высота однолетних сеянцев не превышает 3 см. Но кривая роста свидетельствует о более интенсивном росте сеянцев весеннего посева, хотя выравнивание по высоте происходит только в середине июля (средняя высота равна 14 см). После этой даты интенсивность роста сеянцев дуба весеннего посева не снижается, в то время как рост сеянцев осеннего посева замедляется. Результаты исследований в разные годы показали, что сеянцы осеннего посева в начале вегетации растут медленно, до середины июня прирост увеличивается почти вдвое, затем рост замедляется. К концу вегетации средняя высота сеянцев осеннего посева составляет 14 см. Проростки желудей весеннего посева появляются в конце мая и к середине июня имеют среднюю высоту 3 см. Интенсивный рост сеянцев осеннего посева наблюдается с середины июня до середины июля. К концу июля сеянцы весеннего и осеннего посевов имеют

примерно равное значение средней высоты. После этой даты интенсивность роста сеянцев дуба весеннего посева не снижается, в то время как рост сеянцев осеннего посева замедляется. Данные статистической обработки подтверждают высокую достоверность полученных результатов (Таблица 6.8, 6.9, 6.10).

Таблица 6.8 – Основные статистические характеристики однолетних сеянцев дуба черешчатого в зависимости от срока посева по датам наблюдения по радиальному приросту

Срок посева	Число наблюдений	Средне арифметическое	Коэффициент вариации	Стандартная ошибка	Стандартное отклонение	Экцесс	Асимметричность	Минимум	Максимум	Точность опыта	Коэффициент Стьюдента $t_{05} = 1.96$
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
					04.07						
Осенний	78	15.28	23.9	0.41	3.65	-0.54	.08	8	23.1	2.71	0.6
Весенний	85	15.55	30.5	0.51	4.74	3.52	-1.45	0	24.5	3.31	
					14.07						
Осенний	67	14.98	25.1	0.46	3.76	2.73	-0.87	0	23	3.06	1.32
Весенний	56	15.82	20.1	0.44	3.29	0.37	-0.18	9	22.9	2.78	
					01.08						
Осенний	75	16.53	24.7	0.47	4.08	0.47	0.61	10	30	2.85	0.49
Весенний	78	16.21	25.2	0.46	4.1	0.16	0.59	7	28	2.85	
					15.08						
Осенний	64	16.88	24.	0.52	4.16	0.37	0.18	6.5	27.5	3.08	3.5
Весенний	68	20.22	32.7	0.8	6.62	0.36	0.02	2.3	33	3.97	
					02.09						
Осенний	44	16.43	30.	0.76	5.04	0.17	0.7	9.3	30	4.62	1.7
Весенний	50	18.31	32.1	0.83	5.89	0.6	0.31	7	32	4.54	

Ассортимент древесных и кустарниковых пород при создании защитных лесных насаждений на крутых склонах включает сосну обыкновенную, ель обыкновенную, лиственницу сибирскую, дуб черешчатый, клен остролистный, липу мелколистную, березу повислую, ольху серую, ясень обыкновенный и из

кустарников – черемуху обыкновенную, смородину черную, рябину обыкновенную, акацию желтую. При формировании фитоценоза на склоновой поверхности, свободной от растительности, используют девичий виноград пятилисточковый (Рисунок 6.14).

Таблица 6.9 – Основные статистические характеристики однолетних семян дуба черешчатого в зависимости от срока посева

Срок посева	Число наблюдений	Среднеарифметическое	Коэффициент вариации	Стандартная ошибка	Стандартное отклонение	Экссес	Асимметричность	Минимум	Максимум	Точность опыта	Коэффициент Стьюдента t_{05}
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
04.07											
Осенний	78	15.28	23.94	0.41	3.65	0,54	0.8	8	23.1	2.711	0.6
Весенний	85	15.55	30.51	0.51	4.74	3.52	-1.45	0,1	24.5	3.309	
14.07											
Осенний	67	14.98	25.08	0.46	3.76	2.73	-0.87	0,1	23	3.064	1.32
Весенний	56	15.82	20.81	0.44	3.29	-0.37	-0.18	9	22.9	2.781	
01.08											
Осенний	75	16.53	24.7	0.47	4.08	0.47	0.61	10	30	2.852	0.49
Весенний	78	16.21	25.21	0.46	4.1	0.16	0.59	7	28	2.85	
15.08											
Осенний	64	16.88	24.65	0.52	4.16	0.37	0.18	6.5	27.5	3.081	3.5
Весенний	68	20.22	32.74	0.8	6.62	0.36	0.02	2.3	33	3.97	
02.09											
Осенний	44	16.43	30.70	0.76	5.04	0.17	0.7	9.3	30	4.628	1.7
Весенний	50	18.31	32.16	0.83	5.89	0.57	0.31	7	32	4.548	



Рисунок 6.14 – Посадки сосны обыкновенной с девичьим виноградом
пятилисточковым

Таблица 6.10 - Биометрические показатели сеянцев дуба черешчатого

Сроки посева	Средняя высота. см	Средний диаметр. мм	Средняя длина корня. см	Среднее количество боковых почек. шт	Средняя длина междоузлия см
1	2	3	4	5	6
04.07					
Весенний посев	15.55	2.21	18.4	11.2	1.32
Осенний посев	15.28	3.86	25.04	14.88	1.14
14.07					
Весенний посев	15.82	3.21	21.04	12.38	1.28
Осенний посев	14.98	3.2	27.6	12.18	1.23
01.08					
Весенний посев	16.21	3.0	28.82	10.74	1.38
Осенний посев	16.53	3.51	34.68	11.81	1.51
15.08					
Весенний посев	20.22	3.82	35.65	18.38	1.19
Осенний посев	16.88	3.79	37.05	13.69	1.26
02.09					
Весенний посев	18.31	3.94	36.18	16.26	1.14
Осенний посев	16.43	3.98	34.3	14.93	1.12

6.4 Подготовка посадочного материала

В системе лесного хозяйства до настоящего времени преобладает технология создания защитных лесных насаждений с использованием посадочного материала с открытой корневой системой. Посадочный материал, выращенный в питомнике в течение двух–трех лет, имеет мощную корневую систему, особенно у древесных пород стержневой корневой системой. При выкапывании корневая система сильно повреждается, и по этой причине очень низка приживаемость защитных лесных насаждений. В данной работе предлагается способ выкапывания саженцев и сеянцев для подготовки к посадке на склонах. Известна лопата для подрезания сорняков, состоящая из рукоятки и корпуса лопатки клиновидной формы [35,36, 37,38, 40].

Известно также ручное орудие для подрезания корней растений, состоящее из ножа ромбовидной формы, стойки с заточенными частями, держателя с рукояткой, подрезающих зубьев и полоза[37].

Недостатком известных ручных орудий является то, что они предназначены для подрезания и удаления сорняков. При их применении для подрезания стержневого корня сеянцев они сдвигают почву и повреждают боковые корни. При выращивании сеянцев в питомниках плодовых деревьев (яблони, груши и др.), лесных деревьев (сосны, кедра, лиственницы и др.) для посадки без высаживания в школки они образуют глубокопроникающий стержневой корень с образованием слабых боковых корней. При выкопке их для посадки на постоянное место или продажи привитых деревьев они имеют хорошо развитую надземную часть со слабой корневой системой.

Поэтому для обрезания стержневого корня сеянцев с целью стимуляции роста мощных боковых корней без разрушения почвенного слоя в зоне корней нами предлагается устройство для обрезки стержневого корня сеянцев, подтвержденное патентом № 2336679 от 27.10.2008 (Приложение Н)

[225]. Схема устройства и вид устройства при обрезке стержневого корня сеянца представлены на рисунках 6.15, 6.16 и в приложении Н.

Устройство содержит корпус (1) в виде полого стержня с конусным наконечником (2), в верхней части крестовину (3) с рукоятками (4), в который сверху входит полый шток (5) с наконечником (6) и ножом (7) (Рисунок 8.15, Приложение Н). Шток выполнен длиннее корпуса и вверху имеет ручку (9). Нож изготовлен из пружинного полотна и скользит по направляющей (10) наконечника (2) корпуса (1) и выходит наружу через щелевое окно (11). Скос – направляющая наконечника – и окно выполнены с радиусом R . Полотно ножа, с одной стороны, имеет зубья (12), с другой стороны – заточку (13). Для фиксации корпуса и штока в определенном положении на штоке имеется штифт (14), а в верхней части корпуса – продольный паз (15) (Рисунок 8.15, Приложение Н).

Устройство работает следующим образом: устройство втыкают, опираясь на рукоятки (4), в почву под острым углом к сеянцу (16) на глубину 25–35 см так, чтобы наконечник (2) находился около стержневого корня (17) сеянца, при этом нож спрятан в корпусе. Затем, опираясь за ручку (9), опускают шток вниз, при этом пружинное ножевое полотно выходит из окна (7) в почву, а штифт (14) входит в паз (15).

Поворотом корпуса за рукоятки (4) на некоторый угол перерезают лезвием ножа стержневой корень (17). Крупные корни перерезают зубчатой стороной ножа, сдвигая нож возвратно-поступательно ручкой (9). Чтобы нож не сломался, направляющая (10) и окно (11) выполнены по радиусу R . Выход ножа ограничивается при упоре нижнего конца наконечника (6) штока (5) в верхнюю часть наконечника (2) корпуса (1) (Рисунок 6.15, 6.16 Приложение Н).

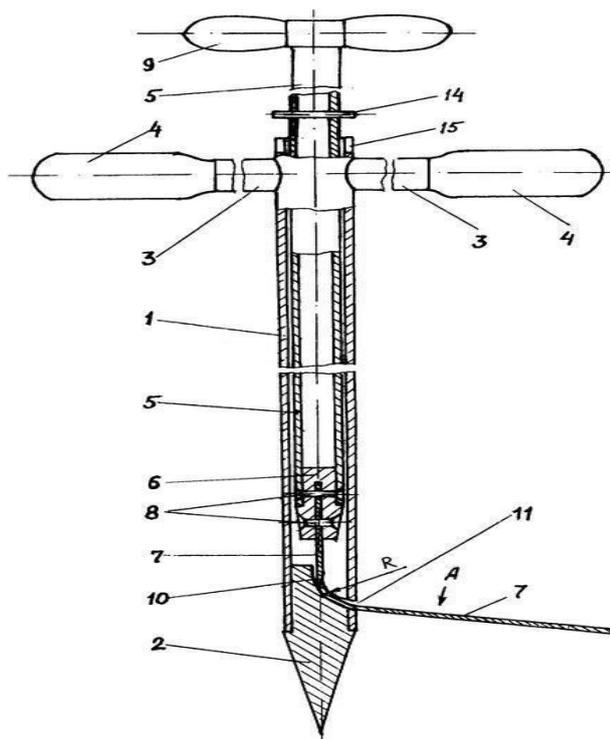


Рисунок 6.15 – Общий вид устройства для обрезки стержневого
корня

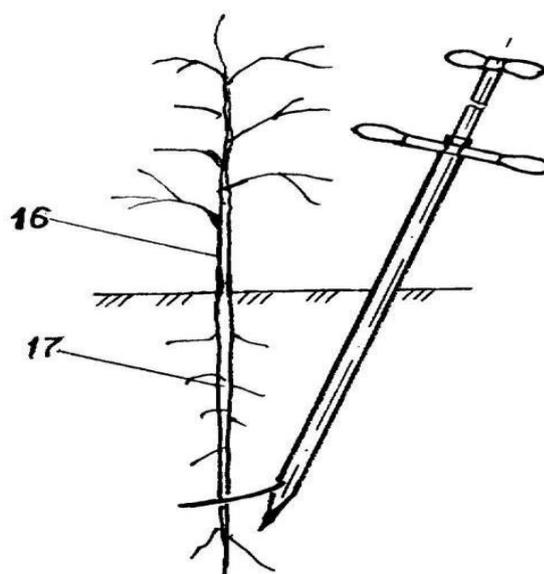


Рисунок 6.16 – Вид устройства при обрезке стержневого корня сеянца

После обрезки корня сеянцы выкапываются с помощью специального устройства с сохранением земляного кома и выкопанный сеянец укладывается в контейнер для перевозки (Рисунок 6.17).

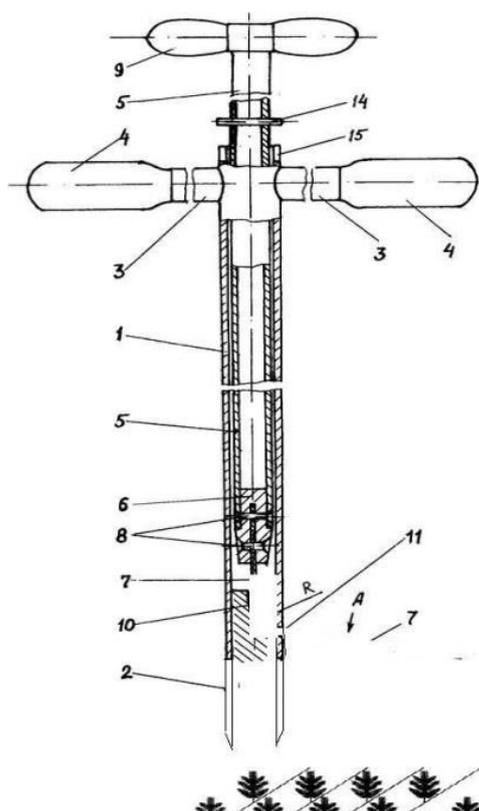


Рисунок 6.17 - Копатель для выкопки сеянцев

Обрезка корней у сеянцев желательно проводить в период, когда почва, в которой произрастают сеянцы - влажная и сопротивление ее проникновению устройства незначительное. Отбивание лезвия ножа (наклеп) повышает остроту и износостойкость ножа. Применение устройства повышает производительность труда, уменьшает энергозатраты (затраты мускульной силы), сохраняет существующие боковые корешки от обрыва (нет сдвига почвы). Использование специального копателя для выкапывания сеянцев позволяет сохранить ком, так как с помощью специального устройства (2, 11) земля уплотняется до твердого состояния.

6.5 Лесоводственная оценка создания защитных лесных насаждений на склонах

Создание устойчивых лесных насаждений на склоновых землях требует постоянного слежения за почвенно-климатическим фондом и оценки

изменений лесного фонда и качества создаваемых и выращиваемых защитных лесных насаждений. Анализ результатов лесохозяйственных работ можно проводить на основании изучения материалов государственного лесного кадастра, мониторинга лесов и материалов инвентаризации лесного фонда. В ходе проведения инвентаризации лесного фонда оценивается эффективность проведения агролесомелиоративных работ и качество проведенных восстановительных работ.

Определение уровня лесовосстановления и оценку проведенных лесомелиоративных работ можно проводить довольно длительное время, с момента закладки защитных лесных насаждений вплоть до возраста рубок. При этом на каждом этапе оценки необходимо использовать показатели экономической и энергетической эффективности, характеризующие полноту, технологичность и результативность выполненных лесохозяйственных работ.

С момента создания защитных лесных насаждений на склонах до смыкания кроны оценку экономической и энергетической эффективности можно провести по соотношению фактических затрат на создание, уход защитных лесных насаждений (Z_{ϕ}) к затратам, заложенным в технологической карте ($Z_{пл}$).

$$K_{\text{э.э}} = \frac{Z_{\phi}}{Z_{\text{пл}}} \quad (6.5)$$

Если $K_{\text{э.э}}$ не ниже 1, то можно считать, что эффект от проведения лесохозяйственных работ достигнут.

На этапе от создания лесных насаждений до смыкания кроны растений на склонах оценка качества создания защитных лесных насаждений дается после их закладки по результатам технической инвентаризации. В соответствии с инструкцией по приемке защитных лесных насаждений проверяется технология создания защитных лесных насаждений. Критерием оценки является соответствие фактически выполненных работ проектной документации

агротехники создания защитных лесных насаждений. Эффективность создания защитных лесных насаждений определяется отношением живых растений к общему числу высаженных растений. В настоящее время нормативов сохранности созданных защитных лесных насаждений не существует. При формировании отчета по технической инвентаризации приводится фактический процент приживаемости высаженных растений. Сохранность защитных лесных насаждений в значительной степени зависит от агротехники создания, агроэкологических условий лесомелиоративного фонда. Соблюдая инструкцию по технической инвентаризации защитных лесных насаждений, мы провели весеннюю инвентаризацию трехлетних и пятилетних посадок защитных насаждений на территории Турганкассинского участкового лесничества КУ «Шемуршинское лесничество». По данным инвентаризации сохранность на третий год составила 97,4 %, а на пятый год – 93,2 %. При этом приживаемость соответственно составляет 83,4 и 81,2 %. Изучив пространственное распределение сохранившихся растений, мы выяснили, что на присклоновых типах условий местопроизрастания склона приживаемость составляет всего $54,2 \pm 0,6$ %.

Ввиду слабой приживаемости высаженных растений в условиях склоновых земель предлагается проводить инвентаризацию и оценивать эффективность лесомелиоративных работ по коэффициенту проективного покрытия склона. Он определяется отношением площади порытой лесной растительностью к общей площади исследуемого участка. Если коэффициент проективного покрытия выше 0,8, то эффект от создания защитных насаждений достигнет к возрасту смыкания крон. Результаты лесомелиоративных работ на склоне по показателю коэффициента ввода молодняков в покрытые лесной растительностью земли определяются с учетом дополнения защитных лесных насаждений за период до возраста смыкания крон. По литературным источникам, средний процент перевода защитных лесных насаждений в

покрытые лесной растительностью земли по Поволжскому региону составляет 50 %.

В условиях Приволжской возвышенности этот показатель отличается по лесомелiorативным подрайонам. Анализ состояния защитных лесных насаждений показал, что в целом по почвенно-климатическим подрайонам в среднем 38 % площадей отвечали необходимым требованиям и были переведены в покрытые лесной растительностью земли. В Кубня-Булинском и Цивиль-Кубнинском лесомелиоративных подрайонах в 2015 году переведены всего 20 и 34,5 % в покрытые лесной растительностью земли защитных лесных насаждений последнего десятилетия соответственно. Причинами такого качества являются шаблонный подход к созданию защитных лесных насаждений и уходу за ними и неблагоприятные агроэкологические условия.

По материалам инвентаризации защитных лесных насаждений на склонах по почвенно-климатическим районам около 7 % насаждений, созданных за последние десятилетия, относятся к первому классу качества и выше, в Приволжском подрайоне – 12%, Присурском – 8 %, Центральном – 6 %, Цивиль-Кубнинском – 3 %, Кубня-Булинском – 5 %, что свидетельствует о низком качестве создаваемых защитных лесных насаждений.

По мере роста и развития защитных лесных насаждений и формирования насаждений на склонах эффективность лесовосстановительных работ оценивается по показателям доли вновь созданных посадок в составе покрытой лесной растительностью склоновых земель и динамикой не покрытых лесной растительностью, нуждающихся в лесовосстановлении. Эффективность лесопосадочных работ на склонах четко определяется долей защитных лесных насаждений в общей площади лесных насаждений на склонах. В целом, по обследованным участкам в лесостепной зоне Приволжской возвышенности доля защитных лесных насаждений составляет всего 2,8% из общей площади лесных насаждений; доля несомкнувшихся лесных насаждений составляет 20%,

что свидетельствует о низком уровне агролесомелиоративных работ на склоновых землях (Таблица 6.11).

Таблица 6.11 - Доля защитных лесных насаждений в общей площади лесных насаждений по почвенно-климатическим подрайонам лесостепи Приволжской возвышенности

Подрайоны	Общая площадь защитных лесных насаждений, га	Площадь защитных лесных насаждений, тыс.га	Доля защитных лесных насаждений в общей площади защитных лесов	Доля несомкнувшихся от общей площади защитных лесных насаждений
Приволжский	37905,3	1137,16	0,03	0,15
Присурский	67409,3	1550,4	0,023	0,23
Центральный	18908,0	567,2	0,032	0,34
Цивиль-Кубнинский	22346,0	605,06	0,027	0,12
Кубня–Булинский	49384,0	1382,75	0,028	0,17
Среднее по обследованному подрайону			0,028	0,20

Еще одним показателем эффективности создания защитных лесных насаждений является динамика площадей не покрытых лесной растительностью склоновых земель, требующих восстановления. В последние десятилетия наблюдаются снижение объемов защитного лесоразведения и увеличение площади не покрытых лесной растительностью, соответственно увеличение эрозионных земель. Показателем эффективности лесовосстановления является также динамика введения защитных лесных насаждений в разрезе по породам. Породный состав защитных лесных насаждений северной части Приволжской возвышенности представлен, как хвойными, так и твердолиственными. Динамика объемов защитных лесных насаждений в пределах изученных территорий, свидетельствует о высокой степени их использования. За пять лет площадь защитных лесных насаждений

из хвойных и твердолиственных пород составила 98 %. С 2008 года наблюдается снижение объемов защитных лесных насаждений из дуба черешчатого и ели европейской. Очень низки показатели объемов липы мелколистной и лиственницы сибирской (Таблица 6.12).

Таблица 6.12 – Объем защитных лесных насаждений, созданных за 2008–2012 годы и их породный состав, га

Год	Всего	В том числе:					
		Сосна	Дуб	Ель	Лиственница	Береза	Липа
1	2	3	4	5	6	7	8
2008	682	437	132	94	18	–	1
2009	670	394	119	148	9	–	–
2010	629	444	83	88	10	–	4
2011	1179	975	32	73	16	–	83
2012	662	518	60	55	23	5	1
Итого	3822	2768	426	458	76	5	89
%	100	73	11	12	2		2

Снижение удельного веса наиболее востребованных насаждений твердолиственных пород отмечено по отдельным почвенно-климатическим подрайонам. Динамика породного состава несколько отличается от общей схемы по лесостепи Приволжской возвышенности. Так, в Центральном почвенно-климатическом районе соотношение площади насаждений хвойных и мягколиственных пород (на территории в западной части Республики Татарстан – Кайбицкое лесничество) остается примерно равным 66 и 34 % и за рассматриваемый период не изменилось, Такое же соотношение в Кубня-Булинском почвенно-климатическом подрайоне за счет интенсивных лесокультурных работ в Шемуршинском лесничестве (Чувашская Республика) и Дрожжановском участковом лесничестве (Республика Татарстан), где преобладают твердолиственные породы. В центральном почвенно-

климатическом районе на территории Чувашской Республики наблюдается снижение удельного веса хвойных в составе покрытых лесной растительностью земель и увеличение удельного веса насаждений мягколиственных пород за счет зарастания лесных земель в условиях отсутствия соответствующего ухода (Таблица 6.13).

Таблица 6.13 – Соотношение способов создания защитных лесных насаждений

Год	Всего создано защитных лесных насаждений га	В том числе					
		из семян с ЛСП		посев		посадка	
		площадь. га	доля от всего. %	площадь.га	доля от всего. %	площадь.га	доля от всего. %
1	2	3	4	5	6	7	8
2008	682	229	33.6	–	–	682	100
2009	670	229	34.2	–	–	670	100
2010	629	214	34.0	–	–	629	100
2011	1179	385	32.7	297	25.2	882	74.8
2012	662	211	31.9	90	13.6	572	86.4
Итого	3822	1168	33.2	387	10.1	3435	89.9

Из анализа коэффициента воспроизводства лесов по этому показателю видно, что при создании защитных лесных насаждений восстанавливается примерно около 17 % склоновых земель (по почвенно-климатическим подрайонам от 19 % в Приволжском, до 16 % в Центральном и 8–9 % – в Цивиль-Кубнинском почвенно-климатическом подрайоне). Следует отметить высокий процент погибших культур (до 10 % от общей площади, вновь созданных защитных лесных насаждений). При таком соотношении никак не обеспечиваются соответствующие нормативные (рекомендуемые по типам леса) сроки восстановления площадей лесонасаждений.

Особенно тревожит ситуация, связанная с восстановлением дубрав на территории лесостепи Приволжской возвышенности. Отсутствие селекционно ценных желудей для выращивания семян и создания защитных лесных

насаждений путем посева при восстановлении дубрав не только на склоновых землях, но и на всей территории лесостепи Приволжской возвышенности может привести к резкому сокращению площади дубрав и занятия этих территорий мягколиственными малоценными насаждениями. В пределах территории лесостепи Приволжской возвышенности предлагается осуществить оценку эффективности воспроизводства лесов на склонах оврагов и балок по показателям приживаемости и сохранности на первый, третий и пятый годы выращивания защитных лесных насаждений; на пятый год – после проведения мер содействия естественному возобновлению леса по переводу молодняков в покрытые лесной растительностью земли лесного фонда. При этом критерием оценки успешности возобновления будет считаться показатель проективного покрытия, то есть процент сомкнутости кроны, а не количество сохранившихся растений. Каждые пять лет эффективность лесовосстановления оценивается по динамике не покрытых лесной растительностью склоновых земель, динамике породного состава лесонасаждений по группам возраста.

Создание защитных лесных насаждений на крутых склонах представляет собой систему сложных технологических операций, целью которых является воспроизводство лесной растительности и повышение эрозионной устойчивости склоновых земель. В практике агролесомелиорации выращивание защитных лесных насаждений во многом зависит от слабоконтролируемых природно-климатических условий. В качестве объектов для оценки лесоводственной эффективности различных технологий создания защитных лесных насаждений на склонах использовали результаты полевых исследований посадок на территории КУ «Чебоксарское лесничество» опытного участкового лесничества в Приволжском подрайоне (Таблица 6.14, Рисунок 6.18 и 6.19).

Таблица 6.14 – Сравнительная характеристика приживаемости, сохранности и роста двухлетних защитных лесных насаждений сосны обыкновенной на склонах

Способ подготовки почвы	Посадочный материал, возраст	Приживаемость, %	Сохранность, %	Рост сеянцев в высоту первые два года после посадки	
				1	2
1	2	3	4	5	6
Посадка Сосны обыкновенной на склонах без настила из растительных остатков					
Посадка в лунки без питательной смеси	2-х летние сеянцы (контроль)	47,1±1,8	54,8±1,3	5,7±2,1	8,2±2,1
Посадка в лунки с питательной смесью 200 гр в лунку	2-х летние сеянцы (контроль)	48,7±2,7	57,2±2,6	7,3±1,1	8,5±1,1
Посадка сосны обыкновенной на склонах с настилом из растительных остатков					
Посадка без питательной смеси	2-х летние сеянцы (контроль)	63,5±3,2	64,5±3,2	7,0±0,4	10,1±1,5
Посадка в лунки с питательной смесью 200 гр в лунку	2-х летние сеянцы (контроль)	69,5±2,1	72,7±2,7	11,4±1,1	12,0±1,5

Рост защитных лесных насаждений в высоту в первые два года после посадки, созданных без применения питательной смеси и без подготовки почвы, ниже, чем в этом же возрасте в посадках с применением в лунки питательной смеси.

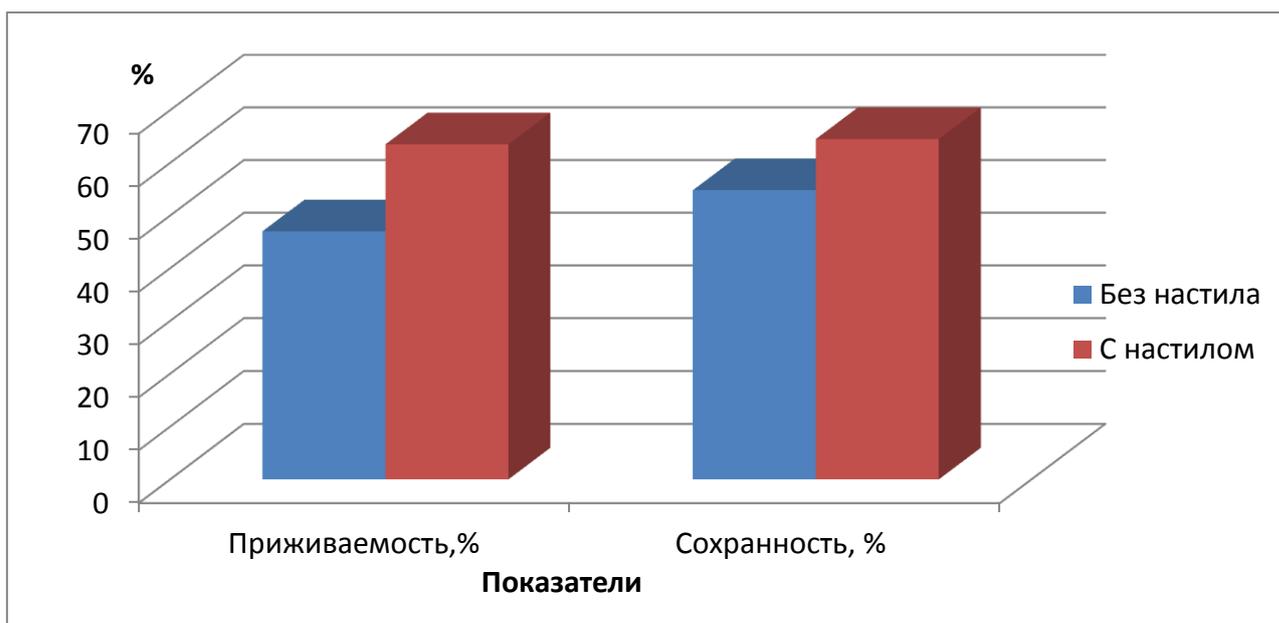


Рисунок 6.18 – Приживаемость и сохранность сосны обыкновенной в защитных лесных насаждениях на склонах при посадке с настилом из растительных остатков и без настила

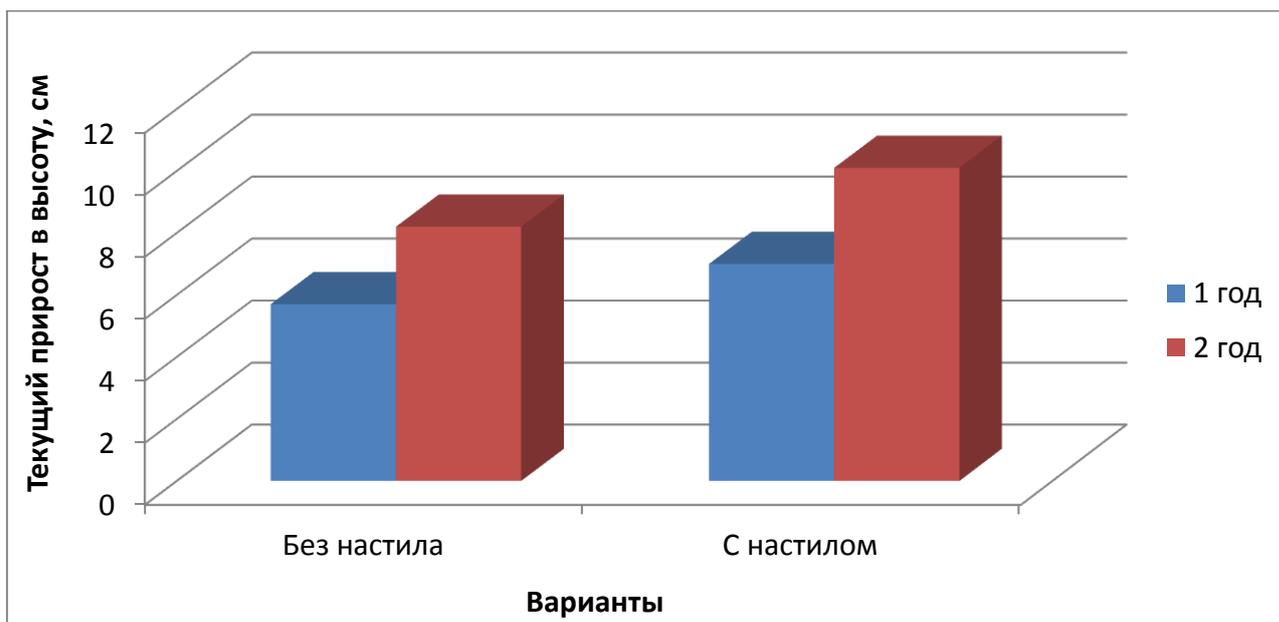


Рисунок 6.19 – Текущий прирост в высоту сосны обыкновенной в защитных лесных насаждениях на склонах при посадке с настилом из растительных остатков и без настила

Сравнение роста защитных лесных насаждений на склонах после рекультивации склонов с применением настила из растительных остатков показало, что сохранность и приживаемость сеянцев значительно выше по

сравнению с посадками, созданными на склонах без предварительной подготовки склона. При этом посадки на склонах после рекультивации в первые два года значительно опережают в росте двухлетние и трехлетние сеянцы на склоне без рекультивации с использованием настила из растительных остатков. Исследования подтверждаются актами о внедрении (Приложение П).

ВЫВОДЫ ПО ГЛАВЕ 6

1. Предложен способ подготовки крутого склона для создания защитных лесных насаждений без нарушения склоновой поверхности.

2. Ассортимент древесных и кустарниковых пород при создании защитных лесных насаждений на крутых склонах включает сосну обыкновенную, ель обыкновенную, лиственницу сибирскую, дуб черешчатый, клен остролистный, липу мелколистную, березу повислую, вяз шершавый, вяз гладкий, ольху серую, ясень обыкновенный и из кустарников – черемуху обыкновенную, смородину черную, рябину обыкновенную, акацию желтую. При формировании фитоценоза на склоновой поверхности, оголенной от растительности, используют девичий виноград пятилисточковый.

3. Агротехнические приемы создания защитных лесных насаждений с сосной обыкновенной предусматривают на солнечных и теневых экспозициях срединной части склона, крутизной 8° - 15° , предусматривают применение напашных террас, шириной 1,8-2,0 м с последующей обработкой полотна террас лентами, шириной 1,5 м. Схема смещения 4СЗБ. Размещение сосны - $3 \times 1,0$ м, березы - $3 \times 1,5$ м. Агротехнические уходы проводятся в междурядьях в течение 3-х лет после посадки, в рядах – в течение 2-х лет после посадки.

4. На свободной от растительности нижних частях склонов применяется посадка по площадкам в ямы, приготовленные моторизованным буром. В дополнение к сосне обыкновенной применяется девичий виноград пятилисточковый, формирующий поверхностный фитоценоз.

5. Защитные лесные насаждения с елью европейской создаются на склонах крутизной 8° - 15° солнечных и теневых экспозиций проводится по напашным террасам, шириной 2,0-2,5 м с обработкой полотна террасы полосами, шириной 1,8-2,0 м, на склонах крутизной 15° - 35° солнечных и теневых экспозиций по площадкам с применением настилов из спрессованных растительных материалов, укладываемых по подготовленным площадкам.

6. Защитные лесные насаждения с елью европейской создаются на склонах, крутизной 15° - 35°

7. Применение настила из растительных материалов при создании защитных лесных насаждений на склонах, крутизной 15° - 35° позволяет избежать применения выемочно-насыпных террас, что является достаточно затратным подготовительным мероприятием и нарушает естественный растительный биоценоз склонов.

8. Настил из растительных материалов может быть получен с помощью устройства для прессования растительных остатков, подтвержденное патентом № 2340480 или пресс-подборщиком сельскохозяйственного назначения. Настилы укладываются на подготовленные площадки размером 2×1 м или 1×1 м вручную. Посадка проводится в ямки, подготовленные моторизованным буром. Агротехнические уходы в год посадки не проводятся ввиду защиты настилами поверхности площадок от роста сорной растительности.

9. Устройство настила из спрессованных растительных материалов толщиной 5–7 см позволяет повысить температуру поверхности почвы на 4–6 градусов и стабилизировать влажность почвы на склонах теневой экспозиции и увеличить влажность почвы на 4-6 % на склонах солнечной экспозиции, что увеличивает приживаемость сеянцев сосны обыкновенной на 16,5 %, сохранность – на 10 %. Данные исследований подтверждены актами о внедрении (Приложение П).

10. Для облесения склонов, крутизной более 15° предлагается комбинированный лесопосадочный агрегат, подтвержденный патентом № 2389177 и позволяющий создавать защитные лесные насаждения на склонах, протяженностью до 30 м, крутизной до 35° .

11. Для подрезки стержневого корня сеянцев с целью стимуляции отрастания боковых корней, формирования мочковатой корневой системы и более интенсивного роста после посадки и одновременной выкопки сеянцев, предлагается устройство, подтвержденное патентом № 2336679, позволяющее сохранить земляной ком сеянца при его выкопке и посадке.

7 ЭКОНОМИЧЕСКАЯ И ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ АГРОТЕХНИЧЕСКИХ ПРИЕМОВ СОЗДАНИЯ ЗАЩИТНЫХ ЛЕСНЫХ НАСАЖДЕНИЙ НА СКЛОНАХ

7.1 Экономическая эффективность агротехнических приемов создания защитных лесных насаждений на

Экономическая оценка создания защитных лесных насаждений с использованием сосны обыкновенной по предлагаемой агротехнике проводится путем сравнения трудозатрат на создание 1 га защитных насаждений по фактическим затратам Турганкассинского участкового лесничества КУ «Шемуршинское лесничество» (Кубня-Булинский лесомелиоративный подрайон) и предлагаемой агротехники создания защитных лесных насаждений путем использования растительных остатков. В таблицах 7.1, 7.2, 7.3 представлены результаты расчета прямых затрат на создание защитных лесных насаждений на склонах по террасам и площадкам с использованием традиционных агротехнических приемов и с применением настилов из растительных остатков. В таблице 9.4 приведена себестоимость создания 1 га защитных лесных насаждений из сосны обыкновенной с применением традиционных и предлагаемых агротехнических приемов.

Таблица 7.1 – Расчет прямых трудовых затрат при создании защитных лесных насаждений на склонах по террасам

Технологическая операция	Ед. изме	Сроки выполнения	Состав аппарата		Прямые затраты, руб.	В том числе, руб.				Затраты труда рабочих, чел.-ч
			трактор	орудие		оплата труда рабочих	эксплуатация машин всего	в т.ч. оплата труда машинистов	материалы	
Разметка террас	1 км	весна	вручную	вручную	75,83		67,51		8,32	7,62
Нарезка террас шириной 3,5 м	1 км	весна	Агромаш 90 ТГ	Агромаш 90 ТГ	616,71		616,71	95,04		
Безотвальная перепашка пологна террасы на глубину 25 см	га	весна	Агромаш 90 ТГ	Агромаш 90 ТГ	101,57		101,57	16,61		
Погрузка и разгрузка семян	тыс. шт		вручную	вручную	244,75	3,79				0,019
Перевозка посадочного материала на расстояние от 3,6- 4,0 км	тыс. шт	весна	УАЗ 330365-460	УАЗ 330365-460	195,78			5,78	190,0	0,024
Прикопка саженцев	тыс. шт		вручную	вручную	219,18	219,18				28,10
Посадка семян по центру террас	Тыс.шт	весна	Агромаш 90 ТГ	Агромаш 90 ТГ	117,35	21,75	95,60	12,76		2,55
Уход за посадками 4-х кратный	Машин-час	весна	МТЗ 82	МТЗ 82	203,8		203,8	35,84	2,64	
Дополнение 15%	Шт.	Меч Колесова		Дополнение 15%	283,2	277,0				1,15
Внесение органических удобрений из расчета 30 т/га	га	весна	МТЗ 82	-	287,91	76,60	211,31	35,63	10	8,98
Всего на га				Всего на га	2346,08					48,443

Таблица 7.2 – Расчет прямых трудовых затрат при создании защитных лесных насаждений на склонах по площадкам

Технологическая операция	Ед. изме	Сроки выполнения	Состав аппарата		Прямые затраты, руб.	В том числе, руб.				Затраты рабочих, чел.-ч
			трактор	орудие		оплата труда рабочих	эксплуатация машин		материалы	
							т.ч. оплата труда машинистов	всего		
Подготовка площадок	га	весна	Экскаватор ЕК-8	-	574,68	79,56				10,20
Погрузка и разгрузка сеянцев	т.шт	весна	вручную	-	244,75	3,79				0,019
Перевозка посадочного материала на расстояние от 3,6-4,0 км	км	весна	УАЗ 330365-460	УАЗ 330365-460	195,78		5,78	190,0		0,024
Прикопка саженцев	тыс. шт		вручную	вручную	219,18	219,18				28,10
Посадка саженцев по 4 шт на 1 площадку, расстояние между саженцами 1,0 м.	тыс. шт	весна	Вручную	-	81,38	81,38				9,54
Уход за посадками 4-х кратный	Машин-час	весна	МТЗ 82	МТЗ 82	203,8		35,84	203,8	2,64	
Дополнение 15%	шт	Меч Колеса		Дополнение 15%	283,2	277,0				1,15
Всего				Всего	1802,77					49,033

Таблица 7.3 – Расчет прямых трудовых затрат при создании защитных лесных насаждений на склонах по настилам из растительного материала (солома, сухие листья и др.)

Технологическая операция	Ед. изме	Сроки выполнения	Состав аппарата		Прямые затраты, руб.	В том числе, руб.			Затраты труда рабочих, чел.-ч
			трактор	орудие		оплата труда рабочих	эксплуатация машин всего	т.ч. оплата труда машинистов	
Разметка площадок для размещения настила	га	весна	вручную	-	79,56	79,56			10,20
Укладка настила из органических материалов с одновременной кошкой ям для посадки и ручной посадкой саженцев	га	весна	вручную	-	818,75	818,75			78,50
Погрузка и разгрузка саженцев	т.шт	весна	вручную	-	244,75	3,79			0,019
Перевозка посадочного материала на расстояние от 3,6- 4,0 км	км	весна	УАЗ 330365-460	УАЗ 330365-460	195,78		5,78	190,0	0,024
Прикопка саженцев	тыс. шт.		вручную	вручную	219,18	219,18			28,10
Посадка саженцев по 4 шт на 1 площадку, расстояние между саженцами 1, 0 м.	тыс. шт	весна	Вручную	-	72,68	72,68			8,52
Дополнение 15%	шт	Меч Колесо ва		Дополнение 15%	-	-			-
Всего				Всего	1630,7				125,4

Таблица 7.4 – Сравнительная экономическая характеристика агротехнических приемов создания защитных лесных насаждений на склонах лесостепи Приволжской возвышенности

№ операции	Агротехнические операции	Затраты на создание 1 га защитных лесных насаждений, руб	
		Традиционные агротехнические приемы по площадкам	Предлагаемые агротехнические приемы с применением настилов
1	2	3	4
1	Подготовка площадок	574,68	79,56
2	Укладка настила из органических материалов с одновременной копкой ям для посадки и ручной посадкой саженцев	-	792,68
3	Погрузка и разгрузка сеянцев	244,75	244,75
4	Перевозка посадочного материала на расстояние от 3,6- 4,0 км	195,78	195,78
5	Прикопка саженцев	219,18	219,18
6	Посадка саженцев по 4 шт на 1 площадку, расстояние между саженцами 1, 0 м.	81,38	72,68
7	Уход за посадками 4-х кратный	203,8	-
8	Дополнение 15%	283,2	-
	Итого затрат	1802,77	1604,7

Итоговые затраты агротехнических приемов создания защитных лесных насаждений на склонах с применением настилов из растительных материалов ниже базовой агротехники в 1,2 раза за счет сокращения количества агротехнических уходов за насаждениями и отсутствия необходимости проведения дополнения (Таблица 7.4). Настилы из растительных материалов позволяют предотвратить рост сорных растений на площадках в первый год после посадки, тем самым исключается необходимость в проведении агротехнических уходов в первый год посадки, тем самым затраты снижаются.

7.2 Энергетическая эффективность агротехнических приемов создания защитных лесных насаждений на склонах

В настоящее время при определении экономических показателей агротехнических приемов создания защитных лесных насаждений нет единого подхода к оценке экологической и экономической эффективности применяемых приемов. Экономические показатели, определяющие эффективность хозяйственной деятельности, не могут полностью отразить особенности формирования эрозионных ландшафтов и не дают представления о направленности их развития [350]. В практике лесомелиорации и защитного лесоразведения в качестве метода оценки эффективности довольно широко используют метод потоков энергии. Показатели разнонаправленности потока энергии позволяют проследить структуру затрат по отдельным операциям технологической карты, оценить допустимые нагрузки на элементы агроэкосистемы в результате применения различных агротехнических приемов. Основной задачей методологии количественного учета, анализа и оптимизации энергетических потоков в земледелии является поиск перспективных, экологически безопасных технологий, обеспечивающих максимальное использование агроландшафтами естественных и антропогенных потоков энергии для достижения устойчивого роста продуктивности и эффективности защитных лесных насаждений и защиты почв от эрозии. При создании защитных лесных насаждений в условиях склоновых территорий можно выделить прямые и косвенные энергетические затраты. Прямые энергетические затраты связаны с использованием ручного труда, горюче-смазочных материалов при эксплуатации машин и механизмов, энергетических ресурсов (электроэнергии, тепловой энергии), которые расходуются при выращивании посадочного материала. По характеру энергетических потоков и времени переноса энергозатрат на продуктивность защитных насаждений группа

косвенных энергозатрат подразделяется на две подгруппы. В первую подгруппу входят косвенные основные материально-технические энергозатраты, которые сосредоточены в материально-технических средствах, функционирующих в агропочвенно-климатическом производстве в течение многих лет (основные производственные фонды), переносящих воплощенные в них энергозатраты на производимую продукцию частями в течение всего срока службы, постепенно изнашиваясь (амортизируясь). Вторая подгруппа – косвенные оборотные энергозатраты (семена, посадочный материал, удобрения, пестициды, запчасти, ремонтные материалы и др.), которые переносят воплощенную в них энергию на производимую продукцию за один год (период вегетации).

В условиях рыночной экономики при значительном колебании цен и влияния ценового фактора не всегда удается дать объективную оценку агротехническим мероприятиям при создании защитных лесных насаждений в стоимостном выражении, так как через ценовые показатели недостаточно точно отражаются соотношения материально-технических, трудовых ресурсов и эффекта от мероприятия. В данном разделе рассматриваются методы оценки, порядок расчетов показателей, приводится нормативная база для определения энергетической эффективности отдельных технологий создания защитных лесных насаждений с учетом дифференцированного подхода к агроэкологическим условиям склоновых земель. Современные агротехнические приемы создания защитных лесных насаждений на склонах ориентированы на сочетание технологических операций, обеспечивающих создание условий для роста и развития древесных растений, максимальной эффективности защитных функций, повышения продуктивности и устойчивости древостоев. Это достигается подбором соответствующих древесных пород, системами почвозащитной обработки почвы, удобрений, интегрированной защиты растений, своевременным и высококачественным выполнением технологических операций при соблюдении требований защиты

окружающей среды. Анализ энергетической эффективности технологий создания защитных лесных насаждений на склонах в лесостепной зоне Приволжской возвышенности целесообразно проводить на этапе их планирования по технологическим картам, в процессе выполнения с целью корректировки и при завершении системы мероприятий по фактическим данным по результатам инвентаризации созданных насаждений и энергетических затратах на его производство. Исходным документом для оценки энергетической эффективности технологий создания защитных лесных насаждений на склонах являются агротехнические карты. Они включают перечень и объемы работ, агротехнические требования, нормативы и сроки проведения работ, рациональные составы агрегатов и обслуживающий персонал, нормы выработки и расхода топлива, количество необходимых агрегатов на определенный объем работы, технико-экономические показатели (затраты на 1 га рабочего времени, чел.-час; эксплуатационные издержки). В качестве критерия энергетической эффективности агротехнических приемов создания защитных лесных насаждений, предлагается использовать коэффициент энергетической эффективности (K_e), который определяется, как отношение энергетической ценности запаса древостоя к энергетическим затратам на его производство:

$$K_e = \frac{E_y}{E_c}, \quad (7.1)$$

где E_y – энергетическая ценность запаса древесины, МДж;

E_c – суммарные энергетические затраты на создание защитных лесных насаждений, МДж,

Энергетическая ценность запаса древесины (E_y) определяется путем перевода запаса древесины в объемных единицах в запас сухого вещества с учетом плотности древесины сосны обыкновенной в лесостепной зоне Приволжской возвышенности. Базисная плотность сосны обыкновенной для

исследуемого района составляет 520 кг/м³. Калорийность 1 кг древесины сосны обыкновенной составляет 2080000 ккал/м³ или 8708,96 МДж/ м³ (Справочник по массам авиационных материалов», 1975 г.).

Расчет суммарных энергетических затрат на создание защитных лесных насаждений начинается с анализа технологической карты, где указаны объемы работ, состав агрегатов, последовательность выполнения технологических операций по подготовке площадки для посадки, трудозатраты, расход посадочного материала, горючего. Совокупные энергетические затраты на создание защитных насаждений $\sum \mathcal{E}_z$ / определяется суммой энергетических затрат на выполнение отдельных технологических операций по формуле:

$$\sum \mathcal{E}_z = \mathcal{E}_1 + \mathcal{E}_2 + \dots + \mathcal{E}_n , \quad (7.2)$$

где $\mathcal{E}_1, \mathcal{E}_2 \dots \mathcal{E}_n$ – энергетические затраты при выполнении 1, 2...n-ной технологической операции, МДж.

Прямые энергетические затраты при выполнении i-той технологической операции ($\mathcal{E}_{z,пр}$) рассчитываются по формуле:

$$\mathcal{E}_{z,пр} = \mathcal{E}_{zГ} \cdot K_{zГ} + \mathcal{E}_{zТ} \cdot K_{zТ} + \mathcal{E}_{zЭ} \cdot K_{zЭ} , \quad (7.3)$$

где: $\mathcal{E}_{zГ}$ – затраты ГСМ при выполнении i-той технологической операции, кг;
 $\mathcal{E}_{zТ}$ – затраты труда при выполнении i-той технологической операции, чел.-час;
 $\mathcal{E}_{zЭ}$ – затраты электроэнергии при выполнении i -той технологической операции, кВт·ч; $K_{zГ}$ – энергетический эквивалент затрат единицы ГСМ при выполнении i-той технологической операции, МДж/кг; $K_{zТ}$ – энергетический эквивалент единицы затрат труда при выполнении i-той технологической операции, МДж/чел.-час; $K_{zЭ}$ – энергетический эквивалент затрат электроэнергии при выполнении i-той технологической операции, МДж/кВт·ч.

Для расчета овеществленных энергозатрат используют время работы, годовую загрузку, годовую выработку технических средств (t) и соответствующий энергетический эквивалент агрегата (двигатель или машина), устанавливаемый

исходя из затрат энергии на изготовление движителя, лесопосадочной машины, используемого орудия для выполнения работ по уходу за посадками. Энергозатраты в материально-технических ресурсах длительного функционирования при выполнении i -той технологической операции (\mathcal{E}_{i0}) будут рассчитываться по формуле:

$$\mathcal{E}_{i0} = t_{iD} \cdot k_{iD} + t_{iM} \cdot k_{iM} , \quad (7.4)$$

где \mathcal{E}_{i0} – овеществленные энергозатраты при выполнении i -той технологической операции, МДж; t_{iD} – время работы движителя при выполнении i -той технологической операции, час; t_{iM} – время работы машин и механизмов при выполнении i -той технологической операции, час; k_{iD} – амортизационный энергетический эквивалент в расчете на единицу времени работы движителя при выполнении i -той технологической операции, МДж/час; k_{iM} – амортизационный энергетический эквивалент в расчете на единицу времени работы лесохозяйственных машины при выполнении i -той технологической операции, МДж/час.

Амортизационные энергетические эквиваленты овеществленных энергозатрат при использовании лесохозяйственной техники определяются по формуле:

$$A_{\mathcal{E},\mathcal{E}} = \frac{\mathcal{E}_{\Pi} + \mathcal{E}_{\kappa.p}}{T_A \cdot t_2} , \quad (7.5)$$

где $A_{\mathcal{E},\mathcal{E}}$ – часовая энергетическая норма амортизации, МДж;

\mathcal{E}_{Π} – затраты энергоресурсов на производство техники, МДж; $\mathcal{E}_{\kappa.p}$ – сумма затрат энергии на капитальный ремонт; T_A – амортизационный срок службы, лет; t_2 – примерная годовая загрузка техники, час.

Если при выполнении i -той технологической операции используются материальные оборотные средства, исключая энергоресурсы, овеществляющие энергозатраты (\mathcal{E}_{i0}), переносимые на продукцию, производимую в текущем году (семена, удобрения, ядохимикаты, известь, вода для полива, запчасти и

др.), они суммируются с овеществленными энергозатратами при выполнении данной технологической операции. Энергозатраты, овеществленные в материальных оборотных средствах, используемых на производство в конкретном году ($\mathcal{E}_{\text{до}}$), рассчитываются по формуле:

$$\mathcal{E}_{\text{до}} = m_i D \cdot k_m, \quad (7.6)$$

$\mathcal{E}_{\text{до}}$ – энергозатраты, овеществленные в материальных оборотных средствах, используемых при выполнении i -той технологической операции, МДж; $m_i D$ – масса (объем) материальных оборотных средств, овеществляющих энергозатраты, используемые при выполнении i -той технологической операции, кг (м^3); k_m – энергетический эквивалент единицы массы материальных средств, МДж/кг; МДж/ м^3). Энергетические затраты на ремонт и техническое обслуживание лесохозяйственных машин и механизмов определяются аналогично с амортизационными затратами, принимая во внимание массу техники, ее годовую загрузку, нормы ежегодных отчислений на текущий ремонт и техническое обслуживание от балансовой стоимости. Так как в затраты по техническому обслуживанию и ремонту входят материальный и трудовые затраты, разные коэффициенты их энергетической ценности, предусматривается их отдельный учет. Расчетная формула для оценки энергетических затрат на ремонт и техническое обслуживание в связи с оценкой материальных затрат имеет вид:

$$\mathcal{E}_{\text{рТО}} = \left[\left(\frac{M_M \cdot K_{\text{рМ}}}{B_M \cdot \Pi_M} \right) / K_{\text{ММ}} + K_{\text{ИМ}} / + \left(\frac{M_T \cdot K_{\text{рТ}}}{B_T + \Pi_T} \right) / K_{\text{МТ}} + K_{\text{ИТ}} \right] \cdot 0,667, \quad (7.7)$$

где: $\mathcal{E}_{\text{рТО}}$ – энергетические затраты на ремонт и техническое обслуживание техники, МДж/га; $K_{\text{рМ}}$ – коэффициент, характеризующий энергетические затраты на ремонт и техническое обслуживание машин, от общих затрат на производство машин, в %; $K_{\text{рТ}}$ – коэффициент, характеризующий энергетические затраты на ремонт и техническое обслуживание тракторов, от

общих энергетических затрат на производство тракторов, %; M_M – масса сельскохозяйственной машины, кг; M_T – масса трактора, транспортного средства, электродвигателя, кг; V_M – выработка машины в год, ч; V_T – выработка трактора, транспортного средства, электродвигателя в год, ч;

Π_M – производительность машины, га/ч; Π_T – производительность тракторов, транспортных средств, электродвигателя, га/ч; K_{MM} – энергетический эквивалент затрат на производство 1 кг металла для сельскохозяйственной машины, МДж; K_{MT} – энергетический эквивалент затрат на производство 1 кг металла для тракторов, транспортных средств, электродвигателя, МДж; $K_{им}$ – энергетический эквивалент затрат на производство из металла машины, МДж на 1 кг массы; $K_{ит}$ – энергетический эквивалент затрат на производство из металла трактора, транспортного средства, электродвигателя, МДж на 1 кг массы. Накладные энергетические затраты включают расходы материально-технических средств и трудовых ресурсов на организацию эффективного проведения технологических операций. Они по обобщенным данным составляют 15 % от общих прямых затрат.

Таким образом, суммарные энергозатраты при создании защитных лесных насаждений будут определяться по формуле:

$$\sum \mathcal{E}_z = \sum_{i=1}^n (\mathcal{E}_{зг} \cdot K_{зг} + \mathcal{E}_{зт} \cdot K_{пт} + \mathcal{E}_{зэ} \cdot K_{зэ}) + (t_{ид} \cdot k_{ид} + t_{им} \cdot k_{им} + M_{ид} \cdot KM), \quad (7.8)$$

Для расчета энергетической эффективности выбираем агротехнику создания защитных лесных насаждений на склоне солнечной экспозиции с крутизной 28° , протяженность склона – 62 м. Прямые и косвенные трудозатраты по каждому агротехническому приему создания защитных лесных насаждений на склонах и энергетическую эффективность агротехнических приемов создания защитных лесных насаждений на склонах (Таблица 7.5 и 7.6).

Таблица 7.6 – Энергетическая эффективность агротехнических приемов создания защитных лесных насаждений с сосной обыкновенной на склонах лесостепи Приволжской возвышенности

Параметры	Агротехнические приемы создания защитных насаждений		
	По террасам в нижней части склона	По площадкам в средней части склона	По настилам из органических остатков в верхней части склона
1	2	3	4
Запас древесины, м ³ /га	80	60	55
Сухое органическое вещество, т/га	41,6	31,2	28,6
Запас энергии, ГДж/га	362,29	271,72	249,08
Общие энергетические затраты	23,29	8,29	3,90
КЭЭ	15,6	32,8	63,9

Коэффициент энергетической эффективности при создании защитных лесных насаждений по настилам из растительных остатков составил 63,9, что значительно превышает коэффициенты при использовании агротехники террасирования и создания насаждений по площадкам.

ВЫВОДЫ ПО ГЛАВЕ 7

1. Итоговые затраты агротехнических приемов создания защитных лесных насаждений на склонах с применением настилов из растительных материалов ниже базовой агротехники в 1,2 раза за счет сокращения количества агротехнических уходов за насаждениями и отсутствия необходимости проведения дополнения.

2. Коэффициент энергетической эффективности при создании защитных лесных насаждений по настилам из растительных остатков составил 63,9, что значительно превышает коэффициенты при использовании агротехники террасирования и создания насаждений по площадкам.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. Концепция создания защитных лесных насаждений отвечает принципам и требованиям системного подхода к комплексу мер по борьбе с эрозией почв на склонах. Разработанная структурная схема концепции отражает ландшафтные особенности склоновых земель и базируется на теории эрозионно-аккумулятивного процесса. Объектом разработки концепции создания защитных лесных насаждений определены склоны теневых и солнечных экспозиций, крутизной более 8° , характеризующиеся сложной структурой и почвенно-климатическими условиями.

2. Детализация физико-географических районов в лесостепной зоне Приволжской возвышенности с выделением и уточнением границ однотипных подрайонов в лесостепной зоне Приволжской возвышенности позволила выделить в пределах исследованной территории лесостепи Приволжской возвышенности пять подрайонов: Приволжский, Присурский, Центральный, Цивиль-Кубнинский и Кубня-Булинский.

3. Основой выбора агротехнических приемов создания защитных лесных насаждений явились результаты дифференциации склонов разных экспозиций по составу, структуре фитоценоза и массе наземной и подземной части многолетних трав. В почвенном горизонте 10-30 см основная масса корней травянистых растений располагается на склонах солнечных экспозиций. В горизонте почвы 0-10 см содержится 12-17 % корней травянистых растений независимо от экспозиции склона и места расположения растения по склону, а в горизонте почвы глубже 20 см на склонах разной экспозиции располагается, 70-80 % корней травянистых растений, образуя густое корневое сплетение.

4. Видовое разнообразие и структура растительности на склонах зависят от крутизны и экспозиции склона. Коэффициент общности и сходства травянистых растений по участкам разных высотных уровней составили $K_s=0,39$ в присклоновом ТУМ и $K_j=0,56$ в срединном ТУМ солнечного склона

и $K_s = 0,50$ и $K_j = 0,33$ соответственно на теневом склоне. Коэффициенты общности и сходства травянистых растений между участками в присклоновом и низовом ТУМ склона солнечной экспозиции составили $K_j = 0,30$, $K_s = 0,47$. Оценка сходства флор является основанием для выделения однородности экотопов и приуроченной к ним растительности.

5. Изменчивость лесорастительных условий (от очень сухих и бедных в присклоновом ТУМ до сырых и богатых в низовом ТУМ) обеспечили разнообразие породного состава и структуры древесных насаждений. Преобладающими в защитных насаждениях являются мягколиственные породы, на долю которых приходится до 45,1 % площади. Хвойные насаждения занимают 32,26 % территории, а на долю твердолиственных приходится – 22,64 %. Из древесных пород преобладает Сосна обыкновенной (26,4%) Береза повислая (25,4%), Дуб черешчатый (16,7%), Липа мелколистная (14,5%).

6. Установлены закономерности роста и развития древесных пород в составе защитных лесных насаждений с использованием коэффициента прироста ($K_{пр}$) в зависимости от высотного положения на склоне и экспозиции склона. Значение $K_{пр}$ для сосны варьирует в пределах от 17 до 29. Диапазон изменения коэффициента прироста на теневых склонах составил от 21 до 29, а на солнечных склонах - от 17 в присклоновом, до 28 в низовом ТУМ склона. Коэффициент прироста Ели европейской на склоне солнечной экспозиции 25-38. В нижней части теневого склона величина коэффициента прироста составила 10 -15.

7. Установлены закономерности роста древесных пород в зависимости от экспозиции склона и типов условий местопроизрастания на склоне. Рост сосны обыкновенной по высоте и диаметру на склонах солнечной и теневой экспозиций отмечался интенсивнее в нижней части склона на 8,5-11 % по сравнению с срединной частью склона и на 35-50 % интенсивнее по сравнению

присклоновой частью склона. Рост Ели европейской по высоте и диаметру в нижней и средней частях склона превышает рост в присклоновой части в 2,6 и 1,6 раза и связан с лучшими почвенными условиями и обеспеченностью влагой деревьев. Рост дуба черешчатого снижается в нижней части склона по сравнению с срединной и присклоновой частями склона в высоту - на 6,9-11,3 %, по диаметру - на 13,9-24,2 % с увеличением крутизны склона в 1,9-2,3 раза с снижением плодородия почвы в результате эрозионных процессов.

8. Совершенствованные агротехнические приемы создания ЗЛН на склонах, крутизной 15° - 35° предусматривают применение настилов из спрессованных растительных материалов, укладываемых по подготовленным площадкам 1×1 м и 2×2 м с последующей посадкой древесных пород, обеспечивающих сохранение растительного биоценоза на склонах и снижение трудозатрат при создании защитных лесных насаждений.

9. Ассортимент древесных и кустарниковых пород при создании защитных лесных насаждений на склонах солнечных и теневых экспозиций крутизной 8° - 35° включает Сосну обыкновенную, Ель европейскую, Лиственницу сибирскую, Дуб черешчатый, Клен остролистный. Липу мелколистную, Березу повислую, Вяз шершавый, Ясень обыкновенную, Черемуху обыкновенную, Смородину красную, Рябину обыкновенную, Акацию желтую. При создании защитных насаждений на склонах, свободных от растительности, дополнительно применяется Девичий виноград пятилисточковый.

10. Применение усовершенствованных агротехнических приемов создания защитных лесных насаждений на склонах с использованием настилов из растительных материалов снижают затраты в 1,2 раза по сравнению с традиционными агротехническими приемами. Коэффициент энергетической эффективности (КЭЭ) создания защитных лесных насаждений с учетом основных положений предложенной концепции составляет 63,91, что

значительно выше по сравнению с созданием защитных насаждений по площадкам (КЭЭ составляет 32,76) и по террасам (КЭЭ составляет 15,56), чем подтверждается высокая энергетическая эффективность выбранных агротехнических приемов.

РЕКОМЕНДАЦИИ ПРОИЗВОДСТВУ

1. При создании защитных лесных насаждений на склонах крутизной 8-35° из древесных пород применять: Сосну обыкновенную, Ель европейскую, Лиственницу сибирскую, Дуб черешчатый, Клен остролистный. Липу мелколистную, Березу повислую, Вяз шершавый, Вяз гладкий, Ольху серую, Ясень обыкновенную; из кустарниковых пород - Черемуху обыкновенную, Смородину черную, Рябину обыкновенную, Акацию желтую.

2. На склонах солнечных экспозиций крутизной 8-15° посадку защитных лесных насаждений проводить по напашным террасам, шириной 2,8 – 3,0 м.

3. На склонах теневых экспозиций крутизной 8-15° посадку защитных лесных насаждений проводить по площадкам размером 1×1 м и 2×2 м.

4. На склонах солнечных экспозиций крутизной 15-35° применять посадку защитных насаждений по подготовленным площадкам 1×1 м и 2×2 м с укладкой поперек склона между посадочными местами настила из прессованных растительных остатков и листьев. Посадку проводить по схеме 3,0×1,5 м – для Дуба черешчатого; Сосны обыкновенной; 2,5×1,5 м – для Лиственницы сибирской.

5. На склонах теневых экспозиций крутизной 15-35° применять посадку защитных насаждений по подготовленным площадкам 2×2 м с предварительной укладкой поперек склона между посадочными местами настила из прессованных растительных остатков. Посадку проводить по схеме 3,0×1,5 м для Березы повислой, Сосны обыкновенной; 3,0×1,0-1,5 м - для Дуба черешчатого; 3×3 м – для Ели европейской.

6. При формировании фитоценоза на обнаженных склонах, свободных от растительности применять Девичий виноград пятилисточковый.

ПЕРСПЕКТИВЫ ДАЛЬНЕЙШЕЙ РАЗРАБОТКИ ТЕМЫ

1. Агроэкологическая типология почв на склонах для проектирования защитных лесных насаждений с учетом дифференциации склонов и совершенствование классификации почв путем выделения таксонов.

2. Бонитировка почв и оценка продуктивности склоновых земель по экспозициям на разных высотных отметках.

3. Оценка устойчивости защитных лесных насаждений, созданных на склоновых землях

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Абрамов, Н.В. Сосудистые растения флоры Марийской АССР / Н.В. Абрамов// Йошкар-Ола: Мар. гос. ун-т, 1989. – 147 с.
2. Абрамов, Н.В. Флора Республики Марий Эл: инвентаризация районирование, охрана и проблемы рационального использования ресурсов / Н.В. Абрамов// Йошкар-Ола: Мар. гос. ун-т. – 2000. – 164 с.
3. Аверкиев, Д.С. Определитель растений Горьковской области / Д.С. Аверкиев, В.Д. Аверкиев// Горький: Волго-Вятское кн. изд-во. – 1985. – 320 с.
4. Автономов, А.Н. Особенности роста древостоев на склоновых землях / А.Н. Автономов, К.К. Захаров, А.Г. Васильев // Агрэкологические проблемы сельскохозяйственного производства: сборник статей международной науч. конф. – Пенза. – 2007. – С. 20–21.
5. Автономов, А.Н. Биологическая индикация устойчивости склоновых земель / А.Н. Автономов, К.Н. Евдокимов // Аграрная Россия. – 2009. – Спец. вып. – С. 149.
6. Автономов, А.Н. Влияние сроков посева желудей дуба черешчатого на грунтовую всхожесть.сохранность семян и выход посадочного материала / А.Н. Автономов, Т.В. Нуреева, Н.Л. Семенова // Проблемы экологии и лесопользования в современных условиях: Материалы научно-практической конференции, посвященной 115-летию создания Мариинской низшей лесной школы в г. Мариинский Посад (Ныне Мариинско-Посадский филиал ГОУ ВПО «Марийский государственный технический университет»). – Мариинский Посад. – 2010. – С. 60–65.
7. Автономов, А.Н. Влияние сроков посева желудей на биометрические показатели семян / А.Н. Автономов, Т.В. Нуреева, Н.Л. Семенова // Проблемы экологии и лесопользования в современных условиях: сборник статей научно-практической конференции, посвященной 115-летию создания Мариинской низшей лесной школы в г. Мариинский Посад (Ныне Мариинско-

Посадский филиал ГОУ ВПО «Марийский государственный технический университет»). – Мариинский Посад. – 2010. – С. 65–67.

8. Автономов, А.Н. Гидротермический режим склоновых земель разной экспозиции / А.Н. Автономов // сборник трудов межрегиональной научно-практической конференции. – Чебоксары. – 2008. – С. 61–63.

9. Автономов, А.Н. Использование древесных лиан в укреплении склонов / А.Н. Автономов // Проблемы биоэкологии и пути их решения (Вторые Ржавитинские чтения): материалы Международной научно-практической конференции. – Саранск: Изд-во Мордовского ун-та. – 2008. – С. 32–33.

10. Автономов, А.Н. Лесопосадочный агрегат / А.Н. Автономов, А.Г. Васильев, П.А. Васильев // Леса, лесной сектор и экология Республики Татарстан: сборник научных статей. – Казань: Казанский государственный аграрный университет. – РИЦ «Школа». – 2007. – С. 17–20.

11. Автономов А.Н. Особенности почвообразования на склоновых землях / А.Н. Автономов // Эффективное природопользование на региональном, городском и муниципальном уровнях: сб. материалов Всерос. науч.-практ. конф. посвящ. 10-летию кафедры природопользования и геоэкологии Чуваш. гос. ун-та им. И.Н. Ульянова. – Чебоксары. – 2011. – С. 8–19.

12. Автономов А.Н. Особенности фитоценозов склоновых земель экзогенного происхождения / А.Н. Автономов // Третьи чтения памяти проф. О.А. Зауралова: материалы науч. конф. – Саранск. – 2011. – С. 4–6.

13. Автономов А.Н. Природно-экологический каркас сельского поселения как территориальная основа функционирования, охраны, воспроизводства природной среды / А.Н. Автономов // Леса, лесной сектор и экология Республики Татарстан: сб. науч. ст.; Казан. гос. аграрн. ун-т. М-во лесн. хоз-ва Респ. Татарстан. – Казань: РИЦ «Школа». – 2007. – С. 11–17.

14. Автономов А.Н. Растительность склонов приволжской возвышенности / А.Н. Автономов, К.К. Захаров, А.Е. Ильичева, Е.А. Синичкин // Изучение растительных ресурсов Волжско-Камского края: материалы Всерос. науч.практ. конф. – Чебоксары. – 2008. – С. 3–5.

15. Автономов А.Н. Рост культур сосны обыкновенной на склонах разной экспозиции / А.Н. Автономов // Известия Самар. науч. центра РАН. – 2012. – № 1 (8). – Т. 14. – С. 1946–1949.

16. Автономов А.Н. Склоновые экосистемы правобережья р. Волги (зона водохранилища Чебоксарской ГЭС) / А.Н. Автономов // Экология и жизнь: сб. ст. XII Междунар. науч.-практич. конф. – Пенза. 2007.

17. Автономов А.Н. Состав и структура фитоценоза склоновых земель / А.Н. Автономов, А.Е. Ильичева // Вестник Волжского университета им. В.Н. Татищева. – 2012. – № 4 (13). – С. 4–13.

18. Автономов А.Н. Структура популяций древесных растений склоновых земель / А.Н. Автономов // Экологические проблемы промышленных городов: сб. науч. тр. – Саратов. – 2009. – С. 6–7.

19. Автономов А.Н. Устойчивость склоновых земель / А.Н. Автономов // Инновации в образовательном процессе: сб. тр. межрег. науч.практ. конф. Моск. гос. открытый ун-т. Чебокс. ин-т (фил.) МГОУ. – Чебоксары. – 2007. – Вып. 5.

20. Автономов А.Н. Экзогенные процессы и проблема исчезновения малых рек на территории Чувашской Республики / А.Н. Автономов // Проблеми природокористування. сталого розвитку та техногенної безпеки регіонів: VI міжнародної науково-практичної конференції (8–11 листопада – 2011). – Дніпропетровськ. Україна. 2011. – С. 104–105.

21. Автономов А.Н. Экологические аспекты лесохозяйственного использования склоновых земель Чувашской Республики / А.Н. Автономов //

Современные проблемы теории и практики лесного хозяйства: сб. ст. Всерос. науч.-практ. конф. – Йошкар-Ола. – 2009. – С. 167–169.

22. Автономов А.Н. Экологические условия склоновых земель / А.Н. Автономов // Вестник Российского университета кооперации. – 2012. – № 2 (8). – С. 131–138.

23. Автономов А.Н. Экологический аудит: учеб. пособие / А.Н. Автономов; Моск. гос. открытый ун-т. Чебокс. ин-т (фил.) МГОУ. – Чебоксары. – 2006. – 159 с.

24. Автономов А.Н. Экологическое обоснование проектных решений: учеб. пособие / А.Н. Автономов; Моск. гос. открытый ун-т. Чебокс. ин-т (фил.) МГОУ. – Чебоксары. 2006. – 293 с.

25. Автономов А.Н. Состав и структура почв склоновых земель / А.Н. Автономов// Известия Самарского научного центра Российской академии наук. – 2014. Т. 16. – № 1. – Самара. – С. 35–38.

26. Автономов А.Н. Влияние сроков посева желудей Дуба черешчатого (*Quercus robur* L) на биометрические показатели сеянцев/А.Н.Автономов // Вестник ЧГПУ. – 2014. Чебоксары. № 4 (84) – С. 52–56.

27. Автономов А.Н. Диагностика устойчивости травянистой растительности на землях склонов экзогенного происхождения/ А.Н. Автономов// Современные проблемы науки и образования. – 2013. – № 6; Москва. URL: www.scienceeducation.ru/113-11536.

28. Автономов А.Н. Закономерности распределения деревьев на склонах по ступеням толщины/ А.Н. Автономов// Вестник МГОУ. 2– 014. № 2. Мытищи. – С. 11-14.

29. Автономов А.Н. К вопросу устойчивости склоновых земель/ А.Н. Автономов // Фундаментальные исследования. – 2014. – № 9 (часть 10) – С. 2181–2185.

30. Автономов А.Н. Комплексная оценка биологической устойчивости экзогенных склоновых земель / А.Н. Автономов// Вопросы современной науки и практики. Университет им В.И. Вернадского. – №4(48). – 2013. Тамбов. – С. 30–33.
31. Автономов А.Н. Масса корневой системы травянистой растительности на склоновых землях /А.Н. Автономов// Вестник Казанского государственного аграрного университета. – 2014. – № 2 (32). Казань. – С. 78–81.
32. Автономов А.Н. Фенология сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.) на склоновых землях /А.Н. Автономов // Вестник Башкирского государственного аграрного университета. –2014. № 1 (29). – Уфа. – С. 78–80.
33. Автономов А.Н. Оценка устойчивости склонов по интенсивности трансформации органического вещества/Научная жизнь. – 2017, № 7.– С. 69–77.
34. Автономов А.Н. Состав и структура лесов в лесостепной зоне Приволжской возвышенности/ Научная жизнь. – 2017, № 4, С. 37–46.
35. А. с. СССР № 1371607. МКИ А01F 15/00. F16D 9/00. Устройство для переработки грубых кормов/ И.Н. Краснов. П.В. Сидоренко. В.А. Кириченко. А.Г. Сергиенко. – № 4037618/30–15; Заявл.27.01.86; Оpubл.07.02.88.
36. А. с. № 1447303. Камера для стратификации семян / А.Н. Автономов; зарегистр. 01.09.89.
37. А. с. СССР № 1517769. МКИ А01В 1/16. Ручное орудие для подрезания корней растений/ В.П. Берсенев. Н.А. Нестеров. Заявлено 14.01.88; Опубликовано 30.10.89 1989.
38. А. с. СССР № 2021693. кл. А01G 23/00. Способ выращивания мелиоративных культур на склонах Н.Н.Агапов. –№4910200/15; Заявл.12.02.91; Оpubл.30.10.94.

39. А. с. СССР № 743633. МКИ А01F 15/00. А23N 17/00. А23К 1/20. Способ получения кормовых брикетов и устройство для его осуществления В.Ф. Некрашевич. – № 2726190/30–15; Заявл.14.02.79; Оpubл.30.06.1980.
40. А. с. СССР № 884593. МКИ А01В 1/02. Лопата для подрезания сорняков/ Л.М. Седых. – № 2858483/30–15; Заявл.30.10.79; Оpubл. 30.11.81.
41. Агафонов Б.П. Стационарное изучение смешения рыхлого материала на склонах в Прибайкалье / Б.П. Агафонов, В.Б. Выркин // Развитие склонов и выравнивание рельефа. – Казань: Казан. гос. ун-т. 1974. – С. 107–113.
42. Агролесомелиорация[Текст] / под ред. А.Л. Иванова и К.Н. Кулика – 5 изд. перераб. доп. – Волгоград: ВНИАЛМИ, 2006. – 746 с.
43. Агропромышленный комплекс Чувашской Республики: /Стат. сб. – Чебоксары: Госкомстат Чувашской Республики. 2002. – 98 с.
44. Агроэкологическая оценка земель, проектирование адаптивно-ландшафтных систем земледелия и агротехнологий: Методическое руководство / Под ред. В.И. Кирюшина, А.Л. Иванова. – М.: ФГНУ «Росинформагротех». 2005. – 794 с.
45. Адаптивно-ландшафтная система земледелия Ульяновской области (издание второе дополненное и переработанное) / А.В. Дозоров, В.А. Исайчев, К.И. Карпович, С.Н. Никитин и др. – Ульяновск: ГАУ, 2017. – 448 с.
46. Адерихин П.Г. Изменение физических свойств выщелоченных черноземов под влиянием различных древесных пород / П.Г. Адерихин, В.Е. Александрович, А.Б. Беляев и др. // Деп. в ВИНТИ № 1295–76. Деп. от 15 апр. 1976. – 28 с.
47. Алиев И.Н. Зависимость произрастания растений на месторождениях КБР от экспозиции склона / И.Н. Алиев и др. // Наука и образование на службе лесного комплекса: материалы Междунар. науч.-практ. конф. (26–28 окт. 2005 г.). – Воронеж: ВГЛТА. 2005. – Т. 1. – С. 18–22.

48. Алфёров А.А. Водопрочность структуры и плотность почвы / А.А. Алфёров. А.Ф. Сафонов // Длительному полевому опыту ТСХА 90 лет: итоги научных исследований. – М.: Изд-во МСХА. 2002. – С. 109–125.
49. Альбенский А.В. Защитное лесоразведение в Нечерноземной зоне / В.А. Альбенский. – М. : Россельхозиздат, 1977. – 56 с.
50. Андреев С.И. Почвы Чувашской АССР. Т. 1. История развития почв республики и воздействия на них человека / С.И. Андреев. – Чебоксары: Чуваш. кн. изд-во, 1971. – 358 с.
51. Анопин В.Н. Лесная мелиорация деградированных ландшафтов /В.Н. Анопин, Ю.В. Бондаренко// Основы рационального природопользования: Сб. науч. работ по матер. заоч. Межд. науч.-практ. конф. Саратов, 2007. С. 17-23.
52. Аринушкина Е.В. Руководство по химическому анализу почв/Е.В. Аринушкина//2-е изд. – М.:МГУ, 1970. – 488 с.
53. Артемьева З.С. Органическое вещество и гранулометрическая система почвы / З.С. Артемьева. – М.: ГЕОС. 2010. – 240 с.
54. Арчиков Е.И. География Чувашской Республики: учеб. пособие / Е.И. Арчиков. З.А. Трифонова. – Чебоксары: Чуваш. кн. изд-во. 2002. – 159 с.
55. Ахтырцев Б.П. Водно-физические свойства черноземов Среднерусской возвышенности в условиях интенсивного использования / Б.П. Ахтырцев. И.А. Лепилин // Почвоведение. – 2001. – № 4. – С. 444–454.
56. Ахтырцев Б.П. Водные свойства черноземов обыкновенных Южнорусской степи при разных видах использования / Б.П. Ахтырцев. И.А. Лепилин // Почвоведение. – 1991. – № 3. – С. 66–79.
57. Бабаян Л.А. Агропроизводственное использование обрабатываемых угодий на склонах Приволжской возвышенности / Л.А. Бабаян. А. М. Беляков. В.В. Леонтьев. – Волгоград. 2011. – 91 с.
58. Баженова О.И. Интенсивность склонового смыва в Назаровской котловине (полевые исследования и расчет) / О.И. Баженова // Рельеф и

склоновые процессы юга Сибири. – Иркутск: Ин-т географии СО РАН. 1998. – С. 53–73.

59. Базилевич Н.И. Динамика органического вещества и биологический круговорот в основных типах растительности / Н.И. Базилевич. Л.Е. Родин. – М.: Наука. 1965. – 265 с.

60. Базилевич Н.И. Картограммы продуктивности и биологического круговорота главнейших типов растительности суши / Н.И. Базилевич. Л.Е. Родин // Известия ВГО. – 1967. – Т. 99. – № 3. – С. 190–194.

61. Байтулин И.О. Корневая система растений аридной зоны / И.О. Байтулин. – Алма-Ата: Наука. 1979. – С. 183.

62. Барабанов, А. Т. Роль и место агролесомелиорации в адаптивно-ландшафтном земледелии / А. Т. Барабанов // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. – 2015. – № 2(38). – С. 22–31.

63. Бартыш А.А. Закономерности формирования древостоев на верхней границе леса в условиях современного изменения климата: (на примере Тылайско-Конжаковско-Серебрянского горного массива): автореф. дис. ... канд. с.-х. наук / А.А. Бартыш. – Екатеринбург: Урал. гос. лесотехн. ун-т. 2008. – 24 с.

64. Барышников Г.Я. Рельеф переходных зон горных сооружений / Г.Я. Барышников. – Барнаул: Изд-во Алт. гос. ун-та. 1998. – 194 с.

65. Бастраков Г.В. Экзотектонические явления на территории Среднего Поволжья и их физическое моделирование: дис. канд. геогр. наук / Г.В. Бастраков. – Казань. 1969. – 167 с.

66. Батыр В.В. К вопросу о формировании коренных волжских склонов / В. Батыр // Учен. зап. КГУ им. Ульянова – Ленина: сб. – 1957. – Т. 117. – Кн. 2. – С. 298–300.

67. Батыр В.В. Орографическое районирование правобережья долины р. Волги на участке Мариинский Посад – Камское Устье / В.В. Батыр // Учен. зап. КГУ им. Ульянова-Ленина: сб. – 1957. – Т. 117. – Кн. 9. – С. 329–330.
68. Бевз В.Н. О генетических типах ландшафтно-оползневых комплексов / В.Н. Бевз // Общие и региональные проблемы ландшафтной географии СССР. – Воронеж. 1987. – С. 92–97.
69. Бегенов А.Б. Особенности распространения корневых систем растений осыпей Заилийского Ала-Тау / А.Б. Бегенов // Биологические основы использования растительного покрова Казахстана. – Алма-Ата: Наука. 1987. – С. 72.
70. Берг Л.С. Корневая система растений и денудация / Л.С. Берг // Известия ВГО. – 1951. – № 83. – Вып. 5. – С. 525–527.
71. Беркович К.М. Оценка влияния русловых процессов на геоэкологическую ситуацию в речных долинах / К.М. Беркович. Р.С. Чалов. А.В. Чернов // Геология. Инжгеология. Гидрогеология. Геокриология. – 1998. – № 2. – С. 59–67.
72. Бех И.А. Антропогенная динамика лесов Западной Сибири и ее регулирование / И.А. Бех // Контроль и реабилитация окружающей среды: II Междунар. симп. – Томск. 2000. – С. 4–8.
73. Бех И.А. Устойчивость и антропогенная динамика бореальных лесов Западной Сибири / И.А. Бех. Д.А. Савчук // Методы оценки состояния и устойчивости лесных экосистем. – Красноярск. 1999. – С. 34–35.
74. Бигон М. Экология. Особи. популяции. сообщества / М. Бигон. Дж. Харпер. К. Таунсенд; пер. с англ. – М.: Мир. 1989. – Т. 2. – 477 с.
75. Благовещенский В.В. Конспект флоры высших сосудистых растений Ульяновской области / В.В. Благовещенский. Н.С. Раков.–Ульяновск. 1994. – 114 с.

76. Бобровский, А. А. Исследования по вопросам лесных культур и семенного дела: сб. тр. по лесн. хоз-ву/А. А. Бобровский. -Казань, 1957. -С. 27.

77. Бондаренко Ю.В. Карпушкин А.В. Особенности создания защитных лесных насаждений дуба на эродированных склонах Саратовского Правобережья // Материалы международной научно-практической конференции «Социально– экономические и экологические проблемы сельского и водного хозяйства». Ч.І «Комплексное обустройство ландшафта». – М.: ФГОУ ВПО МГУП.2010. С.72–79.

78. Бондаренко Ю.В. Карпушкин А.В. Афонин В.В. и др. Эколого-мелиоративная и энергетическая эффективность защитных лесных насаждений на эродированных водосборах Поволжья/ Бондаренко Ю.В. Карпушкин А.В. Афонин В.В. Фисенко Б.В. Бабченко Д.С.// Научное обозрение. 2012.– № 6. С. 98 –101.

79. Бондаренко Ю.В. Карпушкин А.В. Сорокин Р.С. Защита мелиорируемых оврагов от повторного размыва при их лесной мелиорации// Научная жизнь.2013. – № 2. С. 40–43.

80. Бородина Н.В. Редкие виды флоры Мордовского заповедника / Н.В. Бородина. Л.В. Долматова. И.С. Терешкин // Состояние и перспективы исследования флоры средней полосы европейской части СССР: материалы совещ.– М.. 1984. – С. 40–42.

81. Бракин С.С. О влиянии размеров структурных агрегатов на водные свойства солнечного чернозема / С.С. Бракин // Тр. Одесск. гос. ун-та им. И.И. Мечникова. Сер. геол и геогр. – 1965. – Т. 145. – Вып. 3.

82. Бугаева М.Н. Математическая модель поля температур объектов в стационарном режиме теплообмена / М.Н. Бугаева. Е.М. Пермитина. В.А. Торопова. Е.В. Снегирева. В. М. Тымкул // Материалы IV Сибирского конгресса по прикладной и индустриальной математике (ИНПРИМ – 2000). – Новосибирск. 2000. – С. 56.

83. Бутаков Г.П. Эрозия временных русловых потоков в умеренном поясе Европы в плейстоцене и голоцене / Г.П. Бутаков. А.П. Дедков // Геоморфология. – 1998. – № 1. – С. 47–51.

84. Бутяйкин. В. В. Агрехимические показатели плодородия лесостепных почв Мордовии / В. В. Бутяйкин // Вопросы интенсификации земледелия: межвуз. сб. науч. тр. – Саранск: Мордов. гос. ун-т им. Н. П. Огарева. 1995. – С. 54–58.

85. Ваганов. Е.А.. Терсков И.А. Анализ роста дерева по структуре годовичных колец. – Новосибирск: Наука. сиб. отд. 1977. – 95 с.

86. Вараксин. Г.С. Влияние вида и возраста посадочного материала на приживаемость и рост культур сосны обыкновенной в Иркутской области / Г.С. Вараксин. А.А. Ибе // Лесная таксация и лесоустройство. – 2007. – № 2 (38). – С. 20–24.

87. Вараксин. Г.С. Оптимальные сроки посадки культур темнохвойных пород на севере Иркутской области / Г.С. Вараксин. А.А. Ибе // Вестник КрасГАУ. – 2007. – № 5. – С. 80–83.

88. Василевич. В.И. Очерки теоретической фитоценологии / В.И. Василевич. – Л.: Наука. – Ленингр. отделение. 1983. – 247 с.

89. Василенко. Н.А. Самоорганизация древесных ценозов / Н.А. Василенко. – Владивосток: Дальнаука. 2008. – 171 с.

90. Васянович. А.В. Саморегуляция как основа смены геоморфологических состояний склонов / А.В. Васянович // Развитие склонов тектонически активных орогенных областей и методы их изучения. – Ереван: Ереван. гос. ун-т. 1990. – С. 101–102.

91. Васянович. А.В. Техногенные факторы развития склонов Прибайкалья / А.В. Васянович // Рельеф и склоновые процессы юга Сибири. – Иркутск: Ин-т географии СО РАН. 1998. – С. 160–171.

92. Ватковский. О.С. Оценка продуктивности и стабильности лесных насаждений / О.С. Ватковский // Стабильность и продуктивность лесных экосистем. – Тарту. 1985. – С. 17–18.
93. Веретельников. В.П. Вынос питательных веществ поверхностным стоком из типичного чернозема в почвозащитном севообороте / В.П. Веретельников. В.А. Рядовой // Почвоведение. – 1996. – № 6. – С. 803–807.
94. Верещагин Ю.П. О многолетних колебаниях средней годовой температуры воздуха в Казани / Ю.П. Верещагин. Ю.П. Переведенцев. К.М. Шанталинский // Известия РГО. – 1999. – Т. 131. – Вып. 1. – С. 55–59.
95. Вернадский В.И. Биосфера и ноосфера / В.И. Вернадский. – М.: Наука. 1989. – 144 с.
96. Викторов С.В. Ландшафтная индикация / С.В. Викторов. А.Г. Чикишев. – М.: Наука. 1985. – 96 с.
97. Викторов С.В. Ландшафтные индикаторы гидрогеологических и инженерно-геологических условий в районах орошения и обводнения пустынь / С.В. Викторов. – М.: Недра. 1976. – 56 с.
98. Виноградов В.Н. Под защитой леса. - М.: Лесн. пром-сть, 1978. 112 с.
99. Волобуев В.Р. Почвы и климат / В.Р. Волобуев. – Баку. 1953. – 320 с.
100. Волобуев В.Р. Экология почв / В.Р. Волобуев. – Баку : Изд-во АН АзССР. 1963. – 260 с.
101. Вольтерра В. Математическая теория борьбы за существование / В. Вольтерра. – М. : Наука. 1976. – 345 с.
102. Воскресенский С.С. Склоны. их формирование и строение / С.С. Воскресенский // Вестник МГУ. Сер. V. География. – 1969. – № 3. – С. 27–34.
103. Высоцкий Г.Н. Об агроклиматических основах классификации почв / Г.Н. Высоцкий // Почвоведение. – 1906. – № 1. – С. 1–18.

104. Высоцкий К.К. Закономерности строения смешанных древостоев / К.К. Высоцкий. – М.: Гослесбумиздат. 1962. – 178 с.

105. Гаджиев И.М. Экологические аспекты современного почвоведения / И.М. Гаджиев. С.А. Таранов // Сибирский экологический журнал. – Новосибирск: СО РАН. 1995. – Т. 2. – № 1. – С. 1–5.

106. Газизуллин А.Х. Почвенно-экологические условия формирования лесов Среднего Поволжья: автореф. дис. ... д-ра с.-х. наук / А.Х. Газизуллин. – Йошкар-Ола. 1993. – 50 с.

107. Ганжара Н.Ф. О соотношении скорости смыва и скорости формирования гумусового горизонта в эродированных почвах / Н.Ф. Ганжара. Л.Н. Ганжара // Оценка и картографирование эрозионноопасных и дефляционноопасных земель. – М.: Высш. шк. 1983. – С.120–125.

108. Ганжара Н. Ф. Почвоведение / Н. Ф. Ганжара. – М.: Агроконсалт. 2001. – 392 с.

109. Гафурова М.М. Сравнительная характеристика и охрана флоры степных и остепненных районов Чувашии / М.М. Гафурова // Степи Северной Евразии: Эталонные степные ландшафты: проблемы охраны, экологической реставрации и использования: материалы III междунар. симп. / под науч. ред. чл.-кор. РАН А.А. Чибилёва. – Оренбург. 2003. – С. 145–147.

110. Гельтман В.С. Роль экстремальных условий в фитоценотической устойчивости видов-лесообразователей / В.С. Гельтман // Всесоюз. совещ. по вопросам адаптации древесных растений к экстремальным условиям среды. – Петрозаводск. 1981. – С. 25–26.

111. Географические особенности формирования берегов и ложа Куйбышевского водохранилища / А. В. Ступишин. А.М. Трофимов. В. М. Широков. – Казань: Изд-во Казан. ун-та. 1981. – 184 с.

112. Герасько Л.И. Роль склоновых процессов в формировании почв трансаккумулятивных и аккумулятивных ландшафтов правобережья Томи /

Л.И. Герасько. О.Н. Кряк // Вестник ТГУ. – 2003. – Приложение № 3 (IV). – С. 247–249.

113. Голубова Т.А. Прямая солнечная радиация, поступающая на восточные и западные склоны / Т.А. Голубова // Микроклиматология: тр. ГГО. – Л.: Гидрометеиздат, 1976. – Вып. 351. – С. 134–145.

114. ГОСТ 17.4.4.02-84. Охрана природы. Почвы. Методы отбора и подготовки проб для химического, бактериологического, гельминтологического анализа. М.: Изд-во стандартов, 1985.

115. ГОСТ 26213-91. Почвы. Методы определения органического вещества. М.: Изд-во стандартов, 1992.

116. ГОСТ 12536-79. Грунты. Методы лабораторного определения гранулометрического (зернового) и микроагрегатного состава. М.: Госстрой СССР, 1979.

117. Григоров М.С. Алгоритм расчета коэффициента интегральной (суммарной) μU водоотдачи в двух- и многослойных грунтах / М.С. Григоров, С.М. Григоров, К.К. Жибуртович // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: Наука и высшее профессиональное образование. 2012. № 4. С. 173–179.

118. . Данилова М.Ф. Структура корня как органа поглощения веществ: автореф. дис. ... д-ра биол. наук / М.Ф. Данилова. – Л.. 1975. – С. 76.

119. Данченко А.М. Устойчивость темнохвойно–кедровых лесов к природным и антропогенным нарушениям среды / А.М. Данченко. И.А. Бех // Экология и рациональное природопользование на рубеже веков: Итоги и перспективы. – Томск. 2000. – С. 78–80.

120. Дашкевич З.В. К проблеме устойчивости геосистем / З.В. Дашкевич // Известия ВГО. – 1984. – Т. 116. – Вып. 2. – С. 211–218.

121. Дедков А.П. Глобальная модель эрозии и стока наносов и пути ее совершенствования / А.П. Дедков. В.И. Мозжерин. Г.Р. Сафина. А.В. Гусаров //

Современные и древние эрозионные процессы / под ред. Г.П. Бутакова. Г.А. Ларионова. – Казань. 2001. – С. 5–14.

122. Дедков А.П. Экзотектоническая складчатость платформы (образование мелкой складчатости в условиях расчлененного рельефа) / А.П. Дедков. Г.В. Бастраков. – Казань: Изд-во Казан. ун-та. 1967. – 68 с.

123. Дедков А.П. Эрозия и сток наносов на Земле / А.П. Дедков. В.И. Мозжерин. – Казань: Изд-во Казан. ун-та. 1984. – 264 с.

124. Дедков А.П. Эрозия на равнинах Восточной Европы / А.П. Дедков. В.И. Мозжерин // Геоморфология. – 1996. – № 2. – С. 3–9.

125. Дерябин Д.И. Опыт выращивания и эффективность молодых березовых полевых защитных лесных полос. -ВНИИЛМ. Бюллетень НТИ 2-3,1957. С.46-49.

126. Демина М.И. Определение урожайности лугопастбищных трав по влагообеспеченности почвы / М. И. Демина. А. В. Соловьев // Вестник РГАЗУ. – М.. 2007. – № 2.

127. Джерард А.Дж. Почвы и формы рельефа. Комплексное геоморфологическое исследование / А.Дж. Джерард. – Л.: Недра. 1984. – 208 с.

128. Дмитриева Э.Я. География Чувашской АССР: учеб. пособие / Э.Я. Дмитриева. В.Ф. Кудров. – Чебоксары: Чуваш. кн. изд-во. 1985. – 128 с.

129. Добровольский Г.В. Экология почв. Учение об экологических функциях почв / Г.В. Добровольский. Е.Д. Никитин. – М.: Изд-во МГУ. 2006. – 368 с.

130. Додонов И.А. Качественная оценка механического состава серых лесных почв Мордовии / И.А. Додонов // Вопросы изучения почв. повышения их плодородия и эффективного применения удобрений: сообщ. и реф. докл. 5 регион. конф. почвоведов и агрохимиков Сред. Поволжья и Юж. Урала. – Куйбышев. 1972. – С. 20–22.

131. Додонов И.А. Оценка эрозионной устойчивости почв Мордовии / И.А. Додонов. П.К. Ивельский // Вопросы интенсификации земледелия: межвуз. сб. науч. тр. – Саранск: Мордов. гос. ун-т им. Н. П. Огарева. 1995. – С. 41–45.
132. Докучаев В.В. Избранные сочинения. Картография. генезис и классификация почв / В.В. Докучаев. – М.: Изд-во с.-х. лит. 1949. – Т. 3. – 446 с.
133. Доспехов, Б. А. Методика полевого опыта / Б. А. Доспехов. – М. : Колос, 1979. – 416 С.
134. Дубенок, Н.Н. Оценка статистических моделей распределения деревьев по диаметру в культурах сосны / Н.Н. Дубенок, А.В. Лебедев, В.В. Кузьмичев // Лесохозяйственная информация. – 2022. – № 1. – С. 50–61.
135. Елагин И.С. Методы феномониторинга: лекции / И.С. Елагин. – Екатеринбург. 2008. – С. 180.
136. Емельянова Е.П. Основные закономерности оползневых процессов / Е. П. Емельянова. – М.: Недра. 1972. – 310 с.
137. Ермоленко П.М. Устойчивость темнохвойных лесов Западного Саяна / П. М. Ермоленко. Н.Ф. Овчинникова // Методы оценки состояния и устойчивости лесных экосистем. – Красноярск. 1999. – С. 57–58.
138. Ершов Ю.И. Органическое вещество биосферы и почвы / Ю.И. Ершов. – Новосибирск: Наука. 2004. – 104 с.
139. Заика В.Е. Устойчивость экосистем / В.Е. Заика // Морський екологічний журн. – 2007. – № 3. – Т. VI. – С. 27–32.
140. Захаров К.К. Почвы лесов Чувашии и пути их рационального использования: дис. ... д-ра биол. наук / К.К. Захаров. – Чебоксары. 2004 – 477 с.
141. Захарова А.Ф. Радиационный режим теневых и солнечных склонов различной крутизны на различных широтах / А.Ф. Захарова // Учен. зап. ЛГУ. Сер. геогр. климатология. – Л., 1959. – Вып. 13. – № 269. – С. 24–49.

142. Здоровцов И.П. Современные научные подходы к конструированию агроэкосистем в условиях сложного рельефа / И.П. Здоровцов // Агроэкологические принципы земледелия. – М.: Колос. – 1993. – С. 40–59.

143. Зорина А.А. Методы статистического анализа флуктуирующей асимметрии / А.А. Зорина // Принципы экологии. – 2012. – № 3. – С. 24–47.

144. Зуенкова Г.Г. Группировка почвогрунтов по их лесопригодности как основа лесовосстановления и лесоразведения на территории Солнечного Оренбуржья / Г.Г. Зуенкова, В.М. Кононов // Науч. журн. КубГАУ. – 2006. – № 23 (7). – С. 1–6.

145. Ивонин В. М. Моделирование оврагов для целей лесной мелиорации / В. М. Ивонин // Научный журнал Российского НИИ проблем мелиорации [Электронный ресурс]. – 2020. – № 2(38). – С. 35–55. – Режим доступа: <http://www.rosniipm-sm.ru/article?n=1055>. – DOI: 10.31774/2222-1816-2020-2-35-55.

146. Ивонин В.М. Стокорегулирующая способность лесных полос в связи с их таксационными характеристиками/ Научный журнал Российского НИИ проблем мелиорации. 2021. Т. 11. № 1. С. 81-96.

147. Ишутин Я.Н. Почвомелиоративная роль защитных лесонасаждений на юге Западной Сибири: дис. ... д-ра с.-х. наук / Я. Н. Ишутин. – Барнаул. 2006. – 331 с.

148. Калиниченко Н.П. К обоснованию методики рационального размещения защитных лесных насаждений на водосборных бассейнах // Основы выращивания защитных лесных насаждений на водосборных бассейнах малых рек: Сб. науч.тр. ВНИАЛМИ. М., 1985. – С. 315.

149. Калиниченко Н.П. Научные основы лесомелиоративного освоения овражно-балочных систем Среднерусской возвышенности. Авто-реф. диссерт. д-ра с.-х. наук. Пушкино, 1978.

150. Карпачевский Л.О. Почва в современном мире / Л.О. Карпачевский. Т.А. Зубкова. Н.О. Ковалева. И.В. Ковалев. Ю.Н. Ашинов. – Майкоп: ПолиграфЮг. 2008. – 164 с.
151. Карпачевский Л.О. Экологическое почвоведение / Л.О. Карпачевский; МГУ им. М.В. Ломоносова. Российский фонд фундаментальных исследований (РФФИ). – М.: ГЕОС. 2005. – 336 с.
152. Качинский Н.А. Физика почв / Н.А. Качинский. Ч.1– М.: Высш. шк.. 1965. – 323 с.; Ч. 2, 1970. – 358 С.
153. Каштанов А.Н. Агрэкология почв склонов / А.Н. Каштанов. В.Е. Явтушенко. – М.: Колос. 1997. – 240 с.
154. Керженцев А.С. Принцип интегрирования параметров природной среды и факторов воздействия при экологическом картографировании / А.С. Керженцев // Принцип и методы экологического картографирования. – Пущино. 1991. – С. 62–61.
155. Кисилева Н.М. Принципы оценки устойчивости лесных ландшафтов для целей природоохранительного картографирования / Н.М. Кисилева // Лес и охрана природы. – Тарту. 1983. – С. 17–24.
156. Классификация почв России. – Смоленск: Ойкумена. 2004. – 342 с.
157. Климат Чебоксар. – Д.: Гидрометеиздат. 1986. – 168 с.
158. Клочков А. М. Почвы Мордовии. их использование и улучшение / А.М. Клочков. – 2-е изд. перераб. и доп. – Саранск: Мордов. кн. изд-во. 1966. – 238 с.
159. Ковда В.А. Биогеохимия почвенного покрова / В.А. Ковда; отв. ред. О.В. Зонн. – М.: Наука. 1985. – 263 с.
160. Козловский Ф.И. Структурно–функциональная и математическая модель миграционных ландшафтно-геохимических процессов / Ф.И. Козловский // Почвоведение. – 1972. – № 4. – С. 122–138.

161. Козменко. А.С. Борьба с эрозией почв /А.С. Козменко// – М.: Сельхозиздат. 1954. – 229 с.

162. Коломыц Э.Г. Организация и устойчивость хвойнолесных экосистем на бореальном экотоне Русской равнины / Э.Г. Коломыц // Известия РАН. Сер. геогр.– 1995. – № 3. – С. 37–51.

163. Коломыц Э.Г. Региональная модель глобальных изменений природной среды / Э.Г. Коломыц. – М.: Наука. 2003.–371 с.

164. Кондобарова Г.И. Водно-физические свойства выщелоченных черноземов Мордовской АССР / Г.И. Кондобарова. А. Родионычев // Характеристика и приемы повышения плодородия некоторых почв Мордовии. Саранск: Мордов. гос. ун-т им. Н. П. Огарева. 1972. – С. 61–65.

165. Кондратьев К.Я. Радиационный режим наклонных поверхностей / К.Я. Кондратьев. З.И. Пивоварова. М. П. Федорова. – Л.: Гидрометеиздат. 1978. – С. 43.

166. Кононова М.М. Ускоренные методы определения состава гумуса минеральных почв/ М.М. Кононова, Н.П. Бельчикова//Почвоведение. – 1961. – №10. – С.75-87.

167. Королев В.А. Геоэкологическая оценка зон влияния инженерных сооружений на геологическую среду / В.А. Королев. С.К. Николаева // Геоэкология. – 1994. – № 5. – С. 2–37.

168. Королюк А.Ю. Подходы к анализу структуры растительного покрова ландшафтов с пересеченным рельефом / А.Ю. Королюк // Известия Самар. науч. центра РАН. – 2012. – Т. 14. – № 1 (5). – С. 1280–1283.

169. Коротина Н.М. Овражная эрозия на территории Ульяновского Предволжья: дис. ... канд. геогр. наук / Н. М. Коротина. – Казань. 1967. – 183 с.

170. Котляков В.М. Географические подходы к проблеме устойчивого развития / В.М. Котляков. Н.Ф. Глазовский. Л.Г. Пуденко // Известия АН СССР. Сер. геогр. – 1997. – № 6. – С. 8–5.

171. Краснощеков Г.П. Принципы усложнения механизмов устойчивости экологических систем / Г.П. Краснощеков. Г.С. Розенберг // Проблемы устойчивости биологических систем. – М.: Наука. – 1992. – С. 40–51.

172. Крючков. С.Н. Лесоразведение в засушливых условиях [Текст]: монография / С.Н. Крючков. Г.Я. Маттис. – Волгоград: ВНИАЛМИ. 2014. – 300 с.

173. Куваева Ю.В. Динамика органического вещества тонкодисперсных частиц дерново-подзолистых почв в длительных опытах / Ю.В. Куваева. А.С. Фрид // Почвоведение. – 2001. – № 1. – С. 52–61.

174. Куданова З. М. Определитель высших растений Чувашской АССР / З. М. Куданова. – Чебоксары: Чуваш. кн. изд-во. 1965. – 380 с.

175. Кузник И.В. Гидрология и гидрометрия: [учебник для с.-х. техникумов по специальности "Гидромелиорация"] / И.А. Кузник. Е.И. Луконин. В.Я. Пилипенко: под ред. д-ра геогр. наук проф. И.А. Кузника. – Л.: Гидрометеиздат. 1974. – 280 с.

176. Кулик. К.Н. Проблемы защитного лесоразведения в России [Электронный ресурс] / К.Н. Кулик. И.П. Свинцов // Использование и охрана природных ресурсов в России: сб. статей. – 2009. – С. 58–60. – Режим доступа: <http://booksite.ru/forest/forest/revive/8.htm>.

177. Кулик К.Н. Адаптивно-ландшафтное обустройство земель сельскохозяйственного назначения лесостепной, степной и полупустынной зон европейской части Российской Федерации / К.Н. Кулик [и др.]. – Волгоград: ВНИАЛМИ. 2012. – 124 с.

178. Курбанова С.Г. Антропогенные изменения режима стока и эрозионно- аккумулятивных процессов в Среднем Поволжье: дис. ... канд. геогр. наук / С.Г. Курбанова. – Казань. 1996. – 153 с.

179. Курбанова С.Г. Современная динамика на поймах малых рек Республики Татарстан / С.Г. Курбанова. В.И. Мозжерин // Геоморфология на

рубеже XXI века. IV Шукинские чтения: тр. (кол. авт.). – М.: Изд-во МГУ. 2000. – С. 411–413.

180. Кюнтцель В.В. Оценка экологической устойчивости геологической среды к природным и техногенным воздействиям / В.В. Кюнтцель // Геоэкологические исследования и охрана недр: обзор. – М., 1995. – Вып. 2. – 29 с.

181. Лапенскене Н.А. Подземная часть некоторых травянистых фитоценозов на эродируемых почвах Литовской ССР / Н.А. Лапенскене // Бот. журн. – 1967. – Т. 32. – № 9. – С. 1342–1346.

182. Лапин П.С. Роль склонов при морфодинамическом анализе современного рельефа / П. С. Лапин // Развитие склонов тектонически активных орогенных областей и методы их изучения: тез. докл. всесоюз. конф. (19–23 окт. 1990 г.). – Ереван: Ереван. гос. ун-т. 1990. – С. 82–83.

183. Ларионов Г.А. Влияние крутизны склонов на впитывание воды в почву / Г.А. Ларионов // Эрозия почв и русловые процессы. – М., 1972. – Вып. 3. – С. 142–155.

184. Лебедева Н.В. Биологическое разнообразие / Н.В. Лебедева. Н.Н. Дроздов. Д.А. Криволицкий. – М.: Владос. 2004. – 432 с.

185. Левич А.П. Понятие устойчивости в биологии. Математические аспекты / А.П. Левич // Человек и биосфера. – М.: МГУ. 1976. – Вып. 1. – С. 138–174.

186. Любина О.Е. Оценка биоразнообразия растительного покрова Раифского участка ВКГПБЗ с позиций концепции пула вида / О.Е. Любина. Т.В. Рогова // Учен. зап. Казан. ун-та. Сер. Естественные науки. – 2008. – Т. 150. – С. 203–218.

187. Ляпунов А.А. Системный подход к изучению круговорота вещества и потока энергии в биогеоценозах / А.А. Ляпунов. А.А. Титлянова // О

некоторых вопросах кодирования и передачи информации в управляющих системах живой природы. – Новосибирск. 1971. – С. 99–198.

188. Ляхов А.И. Эффективность минеральных удобрений на эродированных оподзоленных и выщелоченных черноземах / А.И. Ляхов, А.А. Щелкунова // Тр. ВИУА. – М., 1976. – Вып. 55. – С. 15–41.

189. Манаенков А.С. Опыт научных исследований по повышению эффективности лесоразведения в южных степях России/ А.С. Манаенков, М.В. Костин// Лесохозяйственная информация. 2017. № 3. С.92 – 102.

190. Манаенков А.С. Эффективность лесной мелиорации в эрозионноопасных агроландшафтах/ А.С. Манаенков, Е.А. Корнеева//Вестник российской сельскохозяйственной науки. 2018. № 4. С. 65-68.

191. Манаенков А.С. Повышение эффективности лесной мелиорации эродированных земель Северной Лесостепи/ А.С. Манаенков, О.В. Ложкина // Вестник Поволжского государственного технологического университета. Серия: Лес. Экология. Природопользование. – 2018. – № 2(38). – С. 74–83.

192. Манаенков А.С. Экономическая оценка сервисных услуг лесной мелиорации на склоновых землях / А.С. Манаенков, Е.А. Корнеева // Региональная экономика. Юг России. – 2018. – № 4. – С. 196–205.

193. Маттис Г.Я. Ведение лесного хозяйства в поймах юго-востока Европейской территории страны. — Волгоград: Универсал, 1991. — 54 с.

194. Маштаков Д.А. Вертикальная структура надземной фитомассы дубовых полезачитных лесных полос на южных черноземах степи Правобережья Саратовской области/ Д.А. Маштаков, Н.Г. Берлин, С.В. Кабанов // Вестник Алтайского государственного университета. - 2015.- №5. – С. 87-94.

195. Маштаков Д.А. Состояние дубовых полезачитных лесных полос в условиях южного чернозема степи / Д.А. Маштаков, Н.Г. Берлин, П.Н. Проездов, В.В. Дубровин// Научная жизнь. - 2015. -№ 6. - С.143-156.

196. Маштаков Д.А. Рост дуба черешчатого в смешении с кленом остролистным в лесных полосах различной конструкции на черноземах степи Приволжской возвышенности/ Д.А. Маштаков, Л.А. Конкель // «Вавиловские чтения-2016» Международная научно-практическая конференция, посвященная 129-летию Н. И. Вавилова. 24-25 ноября 2016 года – Саратов. 2016. – С. 303–306.

197. Маштаков Д.А. Защитные лесные насаждения в лесостепной зоне Приволжской возвышенности: монография / Д.А. Маштаков, А.Н. Автономов, П.Н. Проездов. – Чебоксары, 2018. – 420 с.

198. Маштаков Д.А., Автономов А.Н. Рост сосны обыкновенной в защитных лесных насаждениях на склонах солнечной экспозиции северной части Приволжской возвышенности/Современные концепции развития науки: Сборник статей Международной научно-практической конференции. - Издательство: Общество с ограниченной ответственностью "ОМЕГА САЙНС" (Уфа) 2018. -С. 15-19.

199. Маштаков Д.А. Создание защитных лесных насаждений с лиственницей сибирской/ Д.А. Маштаков, А.Н. Автономов//Научная жизнь. - 2018. -№12.- С. 159-167.

200. Маштаков Д.А. Оценка устойчивости эрозионных склонов по показателям дигрессии и степени их зарастания/ Д.А. Маштаков, А.Н. Автономов// Успехи современного естествознания. - 2019. -№ 6.- С. 13-18.

201. Милановский Е.В. Очерк геологии Среднего и Нижнего Поволжья. / Е.В. Милановский. – М.; Л.: Гос. науч.-техн. Изд-во нефт. и горно-топл. лит. 1940. – 276 с.

202. Милановский Е.Ю. Механизм формирования и устойчивости почвенной структуры / Е.Ю. Милановский, Е.В. Шеин // Устойчивость почв к естественным и антропогенным воздействиям: тез. докл. Всерос. конф. посвящ. 75-летию Почвенного ин-та им. В.В. Докучаева. – М., 2002. – № 6. – С. 83.

203. Мильков Ф.Н. Склоновая микрозональность ландшафтов / Ф.Н. Мильков // Науч. зап. Воронеж. отд. Геогр. общ-ва СССР. – Воронеж. 1974. – С. 3–9.
204. Михайлов Ф.Я. Дерново–подзолистые почвы лесостепи Чувашской АССР и их окультуривание / Ф.Я. Михайлов. – Чебоксары: Чуваш. кн. изд-во. 1974. – 160 с.
205. Михайловская И.С. Корни и корневая система растений / И.С. Михайловская. – М.: МГПИ. 1991. – 136 с.
206. Михин, В.И. Рост древесных пород в защитных лесных насаждениях и формирование лесомелиоративных комплексов в условиях центральной лесостепи России/ В.И. Михин, Е.А. Михина //Актуальные направления научных исследований XXI века: теория и практика. – 2020. – Т.8. № 1(48). – С. 106-109.
207. Михин, В.И. Особенности роста и состояния дуба черешчатого в защитных насаждениях Центрального Черноземья /В.И. Михин// Известия высших учебных заведений. СевероКавказский регион. Серия: Технические науки. 2006. №. С. 125-129.
208. Михин, В.И. Особенности формирования защитных насаждений из березы повислой в Центральной лесостепи России/ В.И. Михин, Е.А.Михина// Лесотехнический журнал. – 2019. – № 9(36). – С.41–49.
209. Михин, В.И. Формирование защитных лесных насаждений из дуба черешчатого в Центральном Черноземье России/ В.И. Михин, Е.А. Михина// Лесотехнический журнал. – 2018. – Т.8.№ 4(32). – С. 109-117.
210. Михин, В.И. Особенности роста древесных пород в полезащитных насаждениях в условиях Среднерусской возвышенности /В.И. Михин, Е.А. Михина, Д.В. Михин // Актуальные направления научных исследований XXI века: теория и практика. – 2015. – Т.3. № 5-2(16-2). – С. 93-96.

211. Мухитдинов Н.М. Подземные органы растений и биомасса растительных сообществ субальпийского пояса Заилийского Ала-Тау / Н.М. Мухитдинов // Особенности флоры Тянь-Шаня. – Алма-Ата: Изд-во Каз.ГУ. 1980. – С. 60–71.

212. Мяло Е.Г. Экологический анализ растительного покрова как основа фитоиндикации и прогноза состояния экосистем: автореф. дис. ... д-ра геогр. наук / Е.Г. Мяло. – М.: МГУ. 2000. – 57 с.

213. Надежкина Е.В. Эколого-агрохимические аспекты регулирования азотного режима черноземных почв в лесостепной зоне Среднего Поволжья: Дис. ... д-ра биол. наук: 03.00.16: Пенза. 2004 376 с. РГБ ОД. 71:04–3/239.

214. Никитин С.Н. Динамика содержания гумуса в почве при применении средств химизации и биологизации / С.Н. Никитин // Экология, ресурсосбережение и адаптивная селекция: материалы Всероссийской научно-практической интернет-конференции молодых ученых и специалистов с международным участием, посвященной 130-летию со дня рождения Р.Э. Давида. – Саратов: Научная книга. – 2017. – 178–181.

215. Никонорова И.В. Геолого–географические особенности формирования Чувашского участка Чебоксарского и Куйбышевского водохранилищ / И. В. Никонорова. Е. И. Арчиков. – Чебоксары: Изд-во Чуваш. ун-та. 2000. – 104 с.

216. Новикова Л.А. Структура и динамика травяной растительности лесостепной зоны на западных склонах Приволжской возвышенности и пути ее оптимизации: дис. ... д-ра биол. наук / Л.А. Новикова. – Пенза. 2012. – 537 с.

217. Новые виды флоры Мордовии / В.С. Новиков. Н.Б. Октябрева. Т.Б. Силаева и др. // Науч. докл. высш. шк. Биол. науки. – 1989. – № 4. – С. 55–61.

218. Нуждин Б.В. Об интенсивности аккумуляции пойменного аллювия / Б.В. Нуждин // Геоморфология. – 1994. – № 4. – С. 96–99.

219. Общесоюзные нормативы для таксации лесов: утв. приказом Госкомлеса СССР от 28 февраля 1989 г. № 38.
220. Овражная эрозия востока Русской равнины / под ред. А.П. Дедкова. – Казань: Изд-во Казан. ун-та. 1990. – 144 с.
221. Одум Ю. Основы экологии / Ю. Одум. – М.: Мир. 1975. – 740 с.
222. ОСТ 56-69-83 «Площади пробные лесоустроительные. Метод закладки». М.: ЦБНТИлесхоз, 1984. 60 с.
223. Орлов, М. А. Полезащитные лесные полосы в сухом и орошаемом земледелии Астраханской области / М. А. Орлов. — Астрахань: Волга, 1948. — 73 с.
224. Павловский Е.С. Устройство агролесомелиоративных насаждений. — М.: Лесная пром-сть, 1973. — 126 с.
225. Пат. № 2336679. Устройство для обрезки стержневого корня сеянцев / А.Г. Васильев. В.Д. Степанов. А.Н. Автономов и др. опубл. 27.10.2008.
226. Пат. № 2340480. Устройство для сбора и прессования опавшей листвы / А.П. Акимов. А.Г. Васильев. А.Н. Автономов и др.; опубл. 10.12.2008.
227. Пат. № 2389177. Комбинированный агрегат для облесения крутых задернованных склонов оврагов и балок / А.П. Акимов. А.Г. Васильев. П.А. Васильев. А.Н. Автономов; зарегистр. 20.05.2010.
228. Пахомов С.И. Инженерно-геологические аспекты изменения свойств глин / С.И. Пахомов. А.М. Монюшко. – М.: Наука. 1988. – 119 с.
229. Пенк В. Морфологический анализ / В. Пенк; пер. с нем. – М.: Географгиз. 1961. – 334 с.
230. Петренко А.Е. Радиальный прирост и структура средневозрастных древостоев сосны в Красноярской лесостепи: автореф. дис. ... канд. биол. наук / А.Е. Петренко. – Красноярск. 2009. – 24 с.

231. Петров Н.Ф. О необычных оползнях в бассейнах малых рек Чебоксарского Приволжья / Н.Ф. Петров // География и регион: актуальные вопросы исследований. – Чебоксары: Изд-во ЧГУ. 2005. – 126–157.

232. Пиотровский М.В. Генетическая классификация склонов как основа для легенды геоморфологических карт крупных масштабов / М.В. Пиотровский, Н.В. Башенина // Вестник Моск. ун-та. Сер. География. – 1968. – № 3. – С. 52–62.

233. Пияшова С.Н. Овражная эрозия Нижегородского Предволжья: дис. ... канд. геогр. наук / С.Н. Пияшова. – Казань. 2002. – 144 с.

234. Полуэктов Р.А. Моделирование водоудерживающей способности почвы с использованием агрогидрологических характеристик / Р.А. Полуэктов, В.В. Терлеев // Метеорология и гидрология. 2005. № 12. – С. 98–103.

235. Погребняк П.С. Основы лесной типологии. 2 -е изд., испр. и доп. - К.: АН УССР, 1955. - 452 с.

236. Попова Н. В. Диагностика устойчивости экосистем по интенсивности процессов трансформации органического вещества / Н. В. Попова // Экологические системы и приборы. – 2007. – № 5. – С. 3–5.

237. Прасолов Л.И. Генезис, география и картография почв / Л.И. Прасолов. – М., 1978. – 263 с.

238. Природные условия Ульяновской области / под ред. А.П. Дедкова. – Казань: Изд-во Казан. ун-та. 1978. – 328 с.

239. Присс О.Г. Определение степени устойчивости глинистых грунтов с помощью показателя влажности / О.Г. Присс // Современные проблемы науки и образования. – 2009. – № 3. – С. 109–111.

240. Проездов, П.Н. Критерии и оценочные показатели реализации концепции системного подхода к защите почв от деградации / П.Н. Проездов, Д.А. Маштаков, В.Г. Попов // Вестник Саратовского госагроуниверситета им. Н.И. Вавилова. – 2002. – № 2. – С. 73–76.

241. Проездов. П.Н. Закономерности продуктивности и роста защитных лесных насаждений на черноземных почвах Саратовского Правобережья/ П.Н. Проездов, Д.А. Маштаков, А.И. Разаренов // Нива Поволжья. – 2010. – № 4. – С. 81–85.

242. Проездов П.Н., Д.А. Маштаков и др. Агролесомелиорация //Монография. Планета. М.. 2016. –132 С.

243. Проездов. П.Н. Эколого-экономическая эффективность агролесомелиоративных мероприятий степных ландшафтов/ П.Н. Проездов, А.В. Панфилов, Е.В. Панфилова// Научная жизнь. М.. Саратов. 2016. №1 – С. 36 – 43.

244. Проездов П.Н. Управление экологическими рисками в агролесомелиоративных ландшафтах/ П.Н. Проездов, А.В. Панфилов, И.Ю. Иргискин/ Электронный научный журнал, (78) УЭКС,. № 6, Режим доступа: <http://uecs.ru/index.php> 2015

245. Проценко Е.П. Базовые свойства и режимы почв полярно ориентированных склонов [Электронный ресурс]: дис. ... д-ра с.-х. наук / Е.П. Проценко. – М.: РГБ. 2005. – 491 с.

246. Пузаченко Ю.Г. Методы измерения биологического разнообразия лесных экосистем / Ю.Г. Пузаченко // Собрание «Леса Русской равнины»: тез. докл. – М.: ИНИОН РАН. 1993. – С. 163–167.

247. Пуряев А.С. Состояние фитоценозов на склоновых землях Предволжья/ Пуряев А.С., Сабиров А.Т. // Молодые ученые – агропромышленному комплексу: Материалы Всероссийской научно-практической конференции молодых ученых. Казань (6–7 апреля 2004 г.). Казань. – С. 99–103.

248. Пятницкий С. С. Вегетативный лес/С.С. Пятницкий//М., 1963 - 136 с.

249. Раменский Л.Г. Проблемы и методы изучения растительного покрова. Избр. работы / Л.Г. Раменский. – Л.: Наука. 1971. – 334 с.

250. Рамзаев Ф.С. О характере роста корней растений эродированных склонов / Ф.С. Рамзаев // Учен. зап. Саратов. гос. пед. ин-та. – Саратов. 1957. – Т. 27. – С. 159–172.

251. Редько. Г.И. Лесокультурное районирование Среднего Поволжья / Г.И. Редько. А.С. Яковлев // Лесоводство. лесные насаждения и почвоведение. – Л.: ЛТА. 1983 – С. 103.

252. Рекомендации по созданию защитных лесных насаждений в агроландшафтах Предкамья республики Татарстан/А.Т.Сабилов, И.Р. Галлиулин, Р.Ф. Хузинов, С.Г. Глушко. – Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2009. – 38 с.

253. Рекомендации по лесомелиорации овражно-балочных систем в Татарской АССР / Сост.: Ч. С. Хасанкаев. Н. А. Миронов. Ф. Г. Валеев. – Казань: ТатЛЮС. 1977. – 23 с.

254. Рекомендации по противозерозионной оптимизации овражно-балочных систем в Татарской АССР / Сост.: Ч. С. Хасанкаев. И. Р. Уразов. Э.Х. Шакирова. – Пушкино: ВНИИЛМ. 1984. – 43 с.

255. Рекомендации по созданию защитных лесных насаждений в комплексе с простейшими гидротехническими сооружениями на овражно-балочных системах в Татарской АССР / Сост.: Ч. С. Хасанкаев. Н.А. Миронов. – Казань: ТатЛЮС. 1974. – 52 с.

256. Роде А. А. Основы учения о почвенной влаге / А. А. Роде. – Л. : Гидрометеоздат, 1965. – Т. 1. – 664 с.; 1969. – Т. 2. – 288 с.

257. Родин С.А. Лесомелиорация ландшафтов: учебник для вузов / С.А. Родин. А.Р. Родин. – М.: МГУЛ. 2005. – 164 с.

258. Романова Е.Н. Перераспределение осадков на склонах и у их подножий по зонам увлажнения / Е.Н. Романова. Г. И. Мосолова. И.А. Береснева // Микроклиматология и ее значение для сельского хозяйства. – 1983. – С. 131–138.

259. Росновский И.Н. Устойчивость почв в экосистемах как основа экологического нормирования / И.Н. Росновский // Томск: Изд-во Ин-та оптики атмосферы СО РАН. 2001. – 252 с.

260. Рыжова. И.М. Математическое моделирование почвенных процессов /И.М. Рыжова. – М.: Изд-во Московск. ун-та. 1987.– 82 с.

261. Румянцев Д.Е. Потенциал использования дендрохронологической информации в лесной науке и практике: дис. ... д-ра биол. наук / Д.Е. Румянцев. – М. 2011. – 354 с.

262. Сабилов А.Т. Состояние защитных лесных насаждений восточного Закамья Республики Татарстан/ А.Т. Сабилов, Э.В. Галиуллина, И.Р. Галиуллин// Продуктивность лесов и биологическое разнообразие природных ландшафтов: Материалы Всероссийской научно-практической конференции. – Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2016. –С. 86-92.

263. Сабилов, А.Т. Защитные лесные насаждения восточных районов Предволжья Республики Татарстан/ А.Т. Сабитов, Р.А. Ульданова, И.Р. Галиуллин [и др.] // Вестник Казанского государственного аграрного университета. 2014. Т. 9. № 4 (34). С. 139-143.

264. Свирижев Ю.М. Устойчивость биологических сообществ / Ю.М. Свирижев. Д.О. Логофет. – М.: Наука. 1978. – 352 с.

265. Семенова–Тян-Шанская А.М. Роль растительности в развитии эрозионных процессов на Приволжской возвышенности / А.М. Семенова–Тян-Шанская // Тр. Бот. ин-та им. В. Л. Комарова АН СССР. Сер. 3. Геботаника. – М.; Л.. 1951. – Вып. 7. – С. 114–133.

266. Семенова Н.В. Агроэкологическая оценка гумусного состояния черноземов Среднего Поволжья на примере Республики Татарстан и Ульяновской области: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук / Н.В. Семенова. – Ульяновск. 2004. – 22 с.

267. Семенютина А.В. Дендрофлора лесомелиоративных комплексов / под ред. И.П. Свинцова. – Волгоград: ВНИАЛМИ. 2013. – 266 с.

268. Серебряков И.Г. Ритмика сезонного развития и метеорологические условия / И. Г. Серебряков // Бюл. МОИП. Отд. биол. – 1951. – Т. LVI. – № 2. – С. 63–67.

269. Сироткина М.М. Географический анализ природных факторов оврагообразования и оценка современной овражной эрозии на территории Чувашской АССР: дис. ... канд. геогр. наук / М. М. Сироткина. – Казань. 1971. – 275 с.

270. Соболев С.С. Развитие эрозионных процессов на территории Европейской части СССР, и борьба с ними / С.С. Соболев. – М.: Наука. 1980. – Т. 2. – С. 234.

271. Соколов А. В. Почвенно-агрохимическое районирование территории СССР. Агрохимическая характеристика почв СССР / А. В. Соколов. Н. П. Розов. – М.. 1976. – С. 5–16.

272. Сочава В.Б. Введение в учение о геосистемах / В.Б. Сочава. – Новосибирск: Наука. 1978. – 319 с.

273. «СП 11–103–97. Инженерно-гидрометеорологические изыскания для строительства». - М. ПНИИС Госстроя России, 1997.

274. Сукачев В.Н. Избранные труды в трех томах / под ред. Е. М. Лавренко. — Л.: Наука. — Т. 1: Основы лесной типологии и биогеоценологии. — 1972. — 419 с

275. Сурмач Г.П. Водная эрозия почв и борьба с ней. Л.: Гидрометеоиздат. 1976. – 256 с.

276. Сус Н.И. Эрозия почвы и борьба с нею. М.. 1949. – 350 с.

277. Танюкевич, В.В. Мелиоративная роль и продуктивность полезачитных сосновых лесных полос Среднего Дона: монография / В.В. Танюкевич, А.В. Журавлева. – Новочеркасск: Лик, 2017. – 118 с.

278. Терентьева Е.Ю. Сезонный мониторинг растительности через суммированные фенологические характеристики фитоценозов // Актуальные проблемы регионального, географического, экологического и биологического образования: материалы региональной научно-практической конференции Екатеринбург, изд. УрГПУ, 2000 -с116-117.

279. Трофимов А.М. Основы аналитической теории развития склонов / А.М. Трофимов. – Казань: Изд-во Казан. ун-та. 1974. – 212 с.

280. Трофимов А.М. Проблема устойчивости в комплексных экологоэкономических исследованиях / А.М. Трофимов. В.М. Котляков. Ю.П. Селиверстов и др. // Вестник МГУ. Сер. География. – 1998. – № 3. – С. 7– 13.

281. Тюрин И.В. Органическое вещество почв / И. В. Тюрин. – М.; Л.: Сельхозгиз; Ленингр. отд-ние. 1937. – 288 с.

282. Тюрин И.В. Почвы Чувашской Республики / И. В. Тюрин. С. И. Андреев. Л.Т. Земляницкий. М.Г. Шендриков. – М.; Л.. 1935. – 75 с.

283. Федоров В. Д. Устойчивость экологических систем и ее измерение / В.Д. Федоров // Известия АН СССР. Сер. Биол. – 1974. – № 3. – С. 402–415.

284. Физико-географическое районирование Среднего Поволжья / под ред. А.В. Ступишина. – Казань: Изд-во Казан. ун-та. 1964. – 198 с.

285. Фильрозе Е.М. Оценка устойчивости экосистем / Е.М. Фильрозе // Бюл. пробл. Севера. – Сыктывкар. 1981. – Ч. 1. – С. 85–101.

286. Фридланд В.М. Структура почвенного покрова / В. М. Фридланд. – М. : Наука. 1983. – 196 с.

287. Чадин Г.Н. Методы оценки продуктивности древостоев в системе государственной инвентаризации лесов и лесоустройстве: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук / Г.Н. Чадин. – Пушкино. 2012. – 21 с.

288. Черемисинов Г.А. Агрохимическая характеристика эродированных почв / Г.А. Черемисинов // Агрохимия. – 1972. – № 8. – С. 76–89.

289. Черемисинов Г. А. Эродированные почвы и их продуктивное использование. — М.: Колос, 1968. — 215 с..

290. Черемисинов Г. А. Борьба с засухой и эрозией почвы. — М.: Сельхозгиз, 1955. — 136 с.

291. Черкасов Г.Н. Рациональное использование овражно-балочных земель / Г.Н. Черкасов // Проблемы лесомелоративный земледелия: докл. науч.-практ. конф. посвящ. 25-летию ВНИИ земледелия и защиты почв от эрозии (22–23 марта 1995 г.). – Курск. 1997. – С. 191–197.

292. Чернышева Т.Н. Овражно-балочная сеть в речном бассейне (на примере Татарстана): дис. ... канд. геогр. наук / Т.Н. Чернышева. – Казань. 2001. – 172 с.

293. Чуян Г.А. Научные основы регулирования плодородия типичных черноземов на склоновых землях (в условиях Центрально–Черноземной зоны): дис. ... д-ра с.-х. наук в форме науч. докл / Г.А. Чуян. – Курск. 1994. – 57 с.

294. Шалыт М.С. Подземная часть некоторых луговых, степных и пустынных растений и фитоценозов СССР / М.С. Шалыт // Реф. докл. по опубл. работам дра биол. наук. – Л., 1969. – С. 60.

295. Шанцер Е.В. Очерки учения о генетических типах континентального осадкообразования / Е.В. Шанцер. – М.: Наука. 1966. – 239 с.

296. Швевс А.В. Влияние экспозиции склона на запасы влаги в почве / А.В. Швевс // Тр. Одесск. гидрометеоролог. ин-та. 1960. – Вып. 22. – С. 49–56.

297. Шеин Е.В. Роль и значение органического вещества в образовании и устойчивости почвенных агрегатов / Е.В. Шеин. Е.Ю. Милановский // Почвоведение. – 2003. – № 1. – С. 53–61.
298. Шендриков М. Предварительные данные по исследованию почв теневых районов Чувашской Республики / М. Шендриков // Учен. зап. Казан. ун-та. 1934.– Т. 94. – Кн. 2. – Вып. 2. – С. 50–95.
299. Шинкарев А.А. Содержание и состав гумусовых веществ в водопрочных агрегатах темно-серой лесной почвы / А.А. Шинкарев. Е.Б. Перепелкин // Почвоведение. – 1997. – № 2. – С. 165–172.
300. Шлемпа О.А. Современные ландшафты Чувашии/ О.А.Шлемпа //Вестник Чувашского университета – 2013. – № 3. – С. 151–155.
301. Щербаков Ю.А. Поступление и отражение прямой солнечной радиации на неодинаково ориентированных склонах в разных условиях / Ю.А. Щербаков // Учен. зап. Перм. гос. ун-та. 1970. – № 240. – С. 100–132.
302. Штеба А.Н. Лесопригодность почв и агролесомелиаративное обустройство юго-востока Приволжской возвышенности/ А.Н.Штеба //Автореферат дисс. канд. с.-х. наук. 2009. Волгоград. – 19 с.
303. Якименко Э.Л. Динамика рельефа и изучение склонов / Э.Л. Якименко // Развитие склонов тектонически активных областей и методы их изучения. – Ереван: Ереван. гос. ун-т. 1990. – С. 67–69.
304. Янцер О.В. Весенние различия в развитии растительности на склонах различной солярной экспозиции / О.В. Янцер // Успехи современного естествознания. – 2005. – № 1. – С. 77–80.
305. Anderson, J. M. Spatiotemporal effects of invertebrates on soil processes / J. M. Anderson // Biological Fertility Soils. – 1988. – Vol. 6. – P. 216–227.
306. Atlavinyte, O. The effect of erosion on the population of earthworms (Lumbricidae) in soils under different crops / O. Atlavinyte // Pedobiologia. – 1965. – Vol. 5. – P. 178–188.

307. Bailey, A. W. Managing Canadian Rangelands as a Sustainable Resource: Policy Issues / A. W. Bailey // Rangelands in a Sustainable Biosphere. Proceedings of the Fifth International Rangeland Congress. Salt Lake City. Utah (23–28 July. 1995). – 1996. – Vol. 2. Invited Presentations. – P. 5–7.

308. Bajracharya, R.M. Seasonal soil loss and erodibility variation on a Miamian silt loam soil / R. M. Bajracharya. R. Lal // Soil Science Society of America Journal. – 1992. – Vol. 56 (5). – P. 1560–1565.

309. Bohac, J. Effect of manure and NPK on soil macrofauna in chernozem soil / J. Bohac. A. Pokarzhevsky // J. Szegi (Eds.). Soil Biology and Conservation of Biosphere. Proceedings of the 9 th International Symposium. – Budapest: Akademiai Kiad. 1987. – P. 15–19.

310. Bouma, J. Transfer functions and threshold values: from soil characteristics to land qualities / J. Bouma. H. A. J. Van Lanen // Proceedings of the international workshop on quantified land evaluation procedures. – Washington. D. C.. 1986. – P. 106–110.

311. Branbant, P. La cartographie des sols dans les regions tropicales. une procedure a 5 niveaux emboites / P. Branbant // Science du Sol. – 1989. – Vol. 27 (4). – P. 369– 394.

312. Buringh, P. Availability of agricultural land for crop and livestock production / P. Buringh // Pimentel D. Hall C.W. (eds.). Food and Natural Resources. – San Diego: Academic Press Inc. 1989. – P. 70–85.

313. Campbell, L. C. Managing soil fertility decline / L. C. Campbell // Journal of Crop Production. – 1998. – Vol. 1 (2). – P. 29–52.

314. Chaney, K. The influence of organic matter on aggregate stability in some British soils / K. Chaney. R. S. Swift // J. Soil Sci. – 1984. – № 35. – P. 223–230.

315. Clark, E. H. Soil erosion: Offsite environmental effects / E. H. Clark // Harlin J. M., Bernardi G. M. (eds.). Soil Loss: Processes. Policies. and Prospects. – New York: Westview. 1987. – P. 59–89.

316. Dregne, H. E. Erosion and soil productivity in Asia / H. E. Dregne // *Journal of Soil Water Conservation*. – 1992. – Vol. 47. – P. 8–13.
317. Ebbert, J. C. Soil Erosion in the Palouse River Basin: Indications of Improvement / J. C. Ebbert. R. D. Roe // *Science for a Changing World*. US Geological Survey. USGS Fact Sheet FS. – 1998. – P. 69–98.
318. Edwards, C. A. The use of earthworms in environmental management / C. A. Edwards. J. E. Bate // *Soil Biology and Biochemistry*. – 1992. – Vol. 24. – P. 1683–1689.
319. Evans, R. Soil. Water. and Crop Characteristic Important to Irrigation Scheduling / R. Evans. D. K. Cassel. R. E. Sneed. – 1997. URL: <http://www.bae.ncsu.edu/programs/extension/evans/ag452-1.html>.
320. Faeth, P. Building the case for sustainable agriculture / P. Faeth. P. Crosson // *Environment*. – 1994. – Vol. 36 (1). – P. 16–20.
321. Falkenmark, M. Water scarcity and food production / M. Falkenmark // Pimentel D. Hall C. W. (eds.). *Food and Natural Resources*. – San Diego. CA: Academic Press. 1989. – P. 164–191.
322. Folke, C. Regime Shifts. Resilience. and Biodiversity in Ecosystem Management / C. Folke. S. Carpenter. B. Walker. M. Scheffer. T. Elmqvist. L. Gunderson. C. S. Holling // *Annual Review of Ecology. Evolution. and Systematics*. – 2004. – Vol. 35. – P. 557–581.
323. Folke, C. Resilience and Sustainable Development: Building Adaptive Capacity in a World of Transformations / C. Folke. S. Carpenter. T. Elmqvist. L. Gunderson. C. S. Holling. B. Walker // *Ambio*. – 2002. – Vol. 31 (5). – P. 437–440.
324. Follett, R. F. Conservation practices: Relation to the management of plant nutrients for crop production / R. F. Follett. S. C. Gupta. P. G. Hunt // *Soil Fertility and Organic Matter as Critical Components of Production Systems*. – Special Pub. 19.– Madison. WI: Soil Science Society of America and American Society of Agronomy. 1987. – P. 19–51.

325. Gunderson, L. H. Ecological Resilience — In Theory and Application / L. H. Gunderson // *Annual Review of Ecology & Systematics*. – 2000. – Vol. 31. – P. 425.
326. Gupta, J. P. Wind erosion and its control in hot arid areas of Rajasthan / J. P. Gupta. P. Raina // Buerkert B., Allison B. E., Oppen M. Von (eds.). *Wind Erosion in West Africa: The Problem and Its Control*. – Berlin: Margraf Verlag. 1996. – P. 209–218.
327. Haigh, M. J. Interactions between forest and landslide activity along new highways in the Kumaun Himalaya / M. J. Haigh. J. S. Rawat. S. K. Bartarya. S. P. Rai // *Forest Ecology and Management*. – 1995. – Vol. 78 (1–3). – P. 173–189.
328. Holland, P. G. Vegetational responses to latitudinal variations in slope angle and aspect / P. G. Holland. D. G. Stein // *J. Biogeogr.* – 1975. – Vol. 2. – № 3. – P. 179– 183.
329. Holling, C. S. Resilience and stability of ecological systems / C. S. Holling // *Annual Review of Ecology and Systematics*. – 1973. – Vol. 4. – P. 1–23.
330. Jenny, H. *Factors of soil formation* / H. Jenny. – New York: McGraw Hill. 1941. – 281 p.
331. Jones, A. J. Soil erosion and productivity research: a regional approach / A. J. Jones. R. Lal. D. R. Huggins // *American Journal of Alternative agriculture*. – 1997. – Vol. 12 (4). – P. 183–192.
332. Lal, R. Soil carbon sequestration impacts on global climate change and food security / R. Lal // *Science*. – 2004. – Vol. 304. – P. 1623–1627.
333. Langdale, G. W. Restoration of eroded soil with conservation tillage / G. W. Langdale. L. T. West. R. R. Bruce. W. P. Miller. A. W. Thomas // *Soil Technology*. – 1992. – Vol. 5. – P. 81–90.
334. Lee, E. Soil fauna and soil structure / E. Lee. R. C. Foster // *Australian Journal of Soil Research*. – 1991. – Vol. 29. – P. 745–776.

335. Ludwig, D. Sustainability, Stability and resilience / D. Ludwig. B. Walker. C. S. Holling // Conservation Ecology. – 2006. – № 1.1. – P. 7.
336. McLaughlin, L. A case study in Dingxi County. Gansu Province. China / L. McLaughlin // Pimentel D. (eds.). World Soil Erosion and Conservation. – Cambridge. UK: Cambridge University Press. 1993. – P. 87–107.
337. McIntosh, R.P. An index of diversity and the relation of certain concepts to diversity // Ecology. 1967. V. 48. No. 3. P. 392–402.
338. Mueller, L. et al. Evaluation of soil structure in the framework of an overall soil quality rating // Soil and Tillage Research. – 2013. – T. 127. – C.74–84.
339. Mulla, D. J. Mappingband managing spatial patterns in soil fertility and crop yield / D. J. Mulla // Soil Specific Crop Management // Roberts P. C. Rust R. H. Larson W. E. (eds.). Amerikan Society of Agronomy. – Madison: Wis. USA. 1996. – P. 835–854.
340. Norfleet, M. L. et al. Soil quality and its relationship to pedology // Soil Science. – 2003. – T. 168. – №. – C.149–155.
341. Odum, E. P. Fundamentals of Ecology / E. P. Odum. – New York: Saunders. 1978.
342. Olah–Zsupos, A. The effect of soil conditioners on soil microorganisms / A. Olah–Zsupos. B. Helmeczi // Szegi J. (eds.). Soil Biology and Conservation of the Biosphere. Proceedings of the 9th International Symposium. – Budapest: Akademiai Kiado. 1987. – P. 829–837.
343. Oldeman, L. R. Soil Degradation: A Threat to *Food Security?* / L. R. Oldeman // Paper presented at the International Conference on Time Ecology: Time for Soil Culture – Temporal Perspectives on Sustainable Use of Soil. 6–9 April. – Tutzing. Germany. 1997.
344. Olson, K. R. Effects of soil erosion on corn yields of seven Illinois soils / K. R. Olson. E. Nizeyimana // Journal of Production Agriculture. – 1988. – Vol. 1. – P. 13–19.

345. O'Neill, R. V. Ecosystem persistence and heterotrophic regulation / R. V. O'Neill // *Ecology*. – 1976. – Vol. 57. – P. 1244–1253.

346. Phillips, D. L. Implications of climate change scenarios for soil erosion potential in the USA / D. L. Phillips. D. White. B. Johnson // *Land Degradation and Rehabilitation*. – 1993. – P. 61–72.

347. Pimentel, D. Conserving biological diversity in agricultural/forestry systems / D. Pimentel. U. Stachow. D. A. Takacs. H. W. Brubaker. A. R. Dumas. J. J. Meaney. J. O'Neil. D. E. Onsi. D. B. Corzilius // *BioScience*. – 1992. – Vol. 42. – P. 354–362.

348. Pimentel, D. Ecological effects of manure sewage sludge, and other organic wastes on arthropod populations / D. Pimentel. A. Warneke // *Agricultural Zoological Review*. – 1989. – Vol. 3. – P. 1–30.

349. Pimentel, D. Ecology of soil erosion in ecosystems / D. Pimentel. N. Kounang // *Ecosystems*. – 1998. – Vol. 1. – P. 416–426.

350. Pimentel, D. Environmental and economic costs of soil erosion and conservation benefits / D. Pimentel. C. Harvey. P. Resosudarmo. K. Sinclair. D. Kurz. M. McNair. S. Crist. L. Sphpritz. L. Fitton. R. Saffouri. R. Blair // *Science*. – 1995. – Vol. 267. – P. 1117–1123.

351. Pimentel, D. Soil erosion / D. Pimentel // *Environment*. – 1997. – Vol. 39 (10). – P. 4–5.

352. Pimentel, D. The limitations of biomass energy / D. Pimentel // *Encyclopedia of Physical Science and Technology*. – San Diego: Academic Press. 2001. – P. 159–171.

353. . Pimentel, D. Water resources: agricultural and environmental issues / D. Pimentel. B. Berger. D. Filiberto. M. Newton. B. Wolfe. B. Karabinakis. S. Clarke. E. Poon. E. Abbett. S. Nandagopal // *Bioscience*. – 2004. – Vol. 54 (10). – P. 909–918.

354. Pimentel, D. Water resources: Agriculture, the environment, and society / D. Pimentel, J. Houser, E. Preiss, O. White, H. Fang, L. Mesnick, T. Barsky, S. Tariche, J. Schreck, S. Alpert // *BioScience*. – 1997. – Vol. 47 (2). – P. 97–106.
355. Reid, W. S. Regional effects of soil erosion on crop productivity – northeast / W. S. Reid // Follett R.F... Stewart B.A. (eds.). *Soil Erosion and Crop Productivity*. – Madison, WI: American Society of Agronomy, 1985. – P. 235–250.
356. Risser, J. A renewed threat of soil erosion: It's worse than the Dust Bowl / J. Risser // *Smithsonian*. – 1981. – Vol. 11. – P. 126–130.
357. Ross, A. Modern Interpretations of Sustainable Development / A. Ross // *Journal of Law and Society*. – 2008. – Vol. 36 (1). – P. 32.
358. Rossiter, D. G. Van Wambeke A. R. Automated land evaluation system ALES version 4.65 user's manual // *Management*. – 1997. – T. 6. – №. – C.7–20.
359. Schertz, D. L. Effect of past soil erosion on crop productivity in Indiana / D. L. Schertz, W. C. Moldenhauer, S. J. Livingston, G. A. Weesies, E. A. Hintz // *Journal of Soil and Water Conservation*. – 1989. – Vol. 44 (6). – P. 604–608.
360. Sörensen, T. A method of establishing groups of equal amplitude in plant sociology based on similarity of species content // *Kongelige Danske Videnskabernes Selskab. Biol. krifter. Bd V. № 4. 1948. P. 1–34.*
361. Stevenson, F. J. *Humus Chemistry. Genesis. Composition. Reactions* / F. J. Stevenson // John Wiley&Sons. – New York, 1982. – 443 p.
362. Tilman, D. Biodiversity and stability in grasslands / D. Tilman, J. A. Downing // *Nature*. – 1994.– Vol. 367. – P. 363–365.
363. Trojan, P. *Ecosystem homeostasis* / P. Trojan. – W. Junk Publ. Boston, USA, 1984. – 132 p.
364. Uri, N. D. Agriculture and the environment – the problem of soil erosion / N. D. Uri // *Journal of Sustainable Agriculture*. – 2001. – Vol. 16 (4). – P. 71–91.

365. Wardle, D. A. Ecological linkages between aboveground and belowground biota / D. A. Wardle. R. D. Bardgett. J. N. Klironomos. H. Setälä. W. H. van der Putten. D. H. Wall // *Science*. – 2004. – Vol. 304. – P. 1629–1633.

366. Weesies, G. A. Effect of soil erosion on crop yield in Indiana: results of a 10 year study / G. A. Weesies. S. J. Livingston. W. D. Hosteter. D. L. Schertz // *Journal of Soil and Water Conservation*. – 1994. – Vol. 49 (6). – P. 597–600.

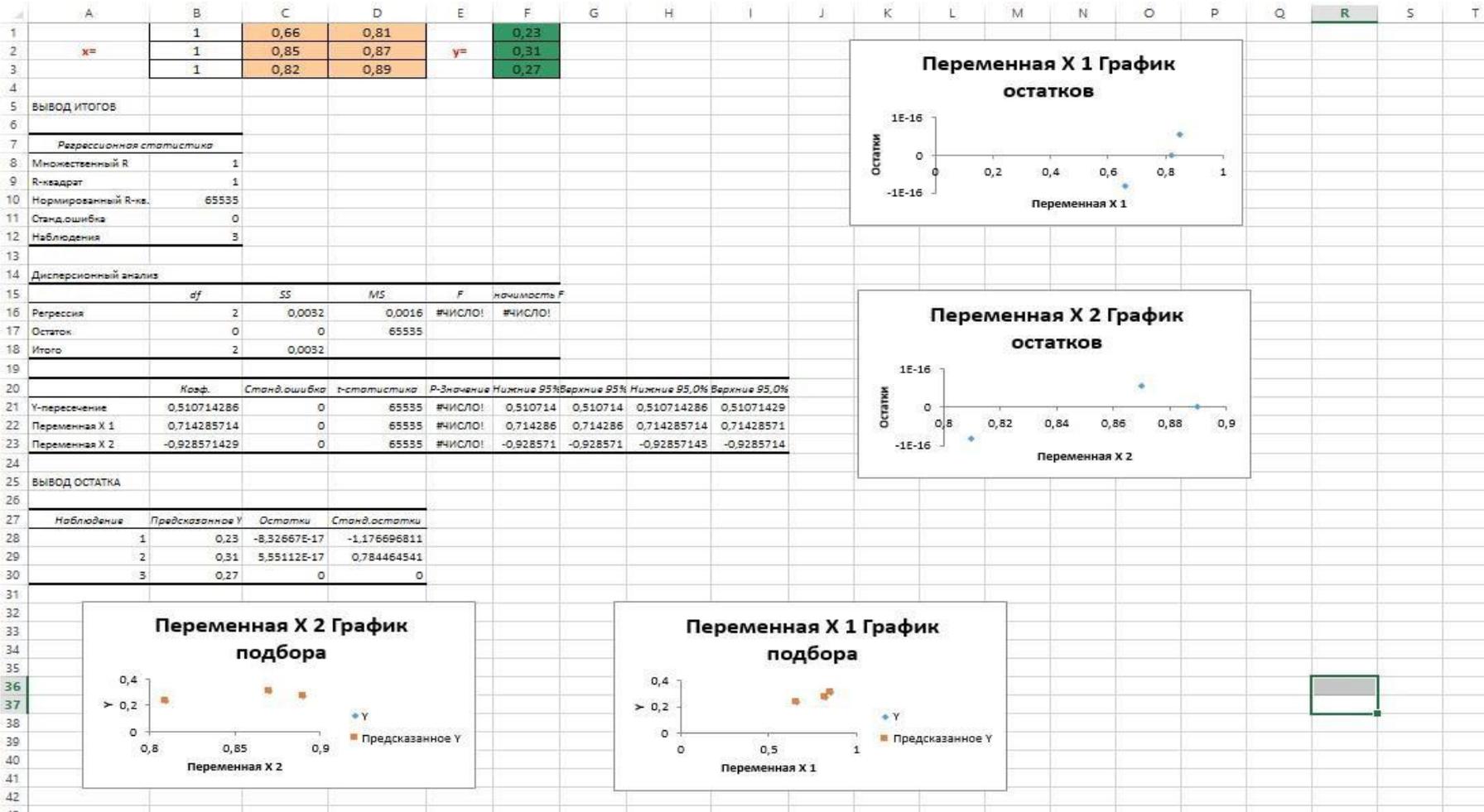
367. Wendt, R. C. Variability of runoff and soil loss from fallow experimental plots / R. C. Wendt. E. E. Alberts. A. T. Helmers // *SSSAJ*. – 1986. – Vol. 50. – P. 730–736.

368. Winston, D. Adaptogens: herbs for strength, stamina, and stress relief / D. Winston. S. Maimes. – London: Healing Art Press. 2007. – 120 p.

369. Young, A. Agroforestry, environment and sustainability / A. Young. – *Outlook Agriculture*. – 1990. – Vol. 19. – P. 155–160.

ПРИЛОЖЕНИЯ

Результаты математической обработки данных по механическим свойствам грунтов



Результаты математической обработки данных по механическим свойствам грунтов

1		1	0,2	0,34		0,23			
2	x=	1	0,19	0,5	y=	0,31			
3		1	0,18	0,65		0,27			
4									
5	Вывод итогов								
6	Регрессионная статистика								
8	Множественный R	1							
9	R-квадрат	1							
10	Нормированный R-кв.	65535							
11	Станд.ошибка	0							
12	Наблюдения	3							
13	Дисперсионный анализ								
15		df	SS	MS	F	Значимость F			
16	Регрессия	2	0,0032	0,0016	#ЧИСЛО!	#ЧИСЛО!			
17	Остаток	0	0	65535					
18	Итого	2	0,0032						
19	Ковф. Станд.ошибка t-статистика P-Значение Нижние 95% Верхние 95% Нижние 95,0% Верхние 95,0%								
21	У-пересечение	-40,65	0	65535	#ЧИСЛО!	-40,65	-40,65	-40,65	-40,65
22	Переменная X 1	184	0	65535	#ЧИСЛО!	184	184	184	184
23	Переменная X 2	12	0	65535	#ЧИСЛО!	12	12	12	12
24	Вывод остатка								
27	Наблюдение	Предсказанное	Остатки	Станд.остатки					
28	1	0,23	4,91274E-15	0,589363504					
29	2	0,31	6,60583E-15	0,79247748					
30	3	0,27	8,43769E-15	1,012240142					

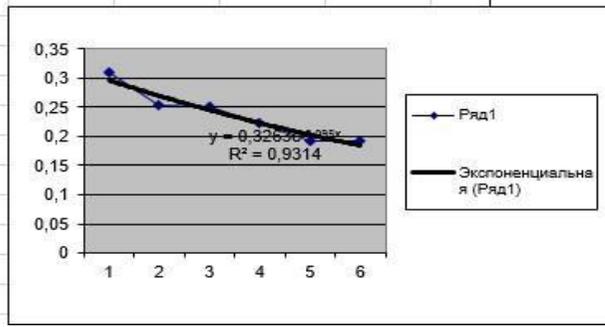
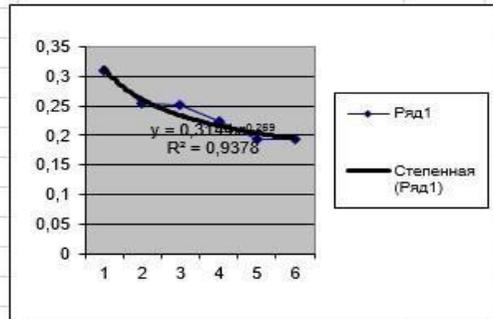
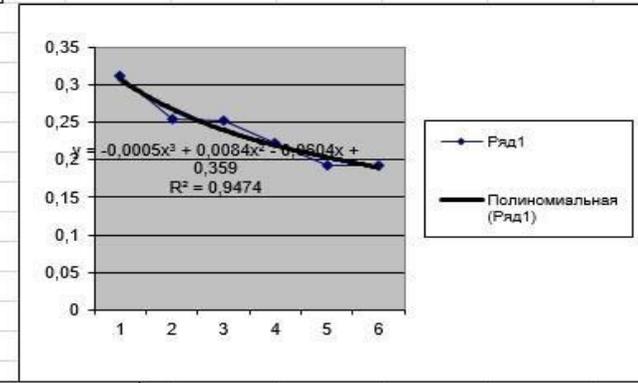
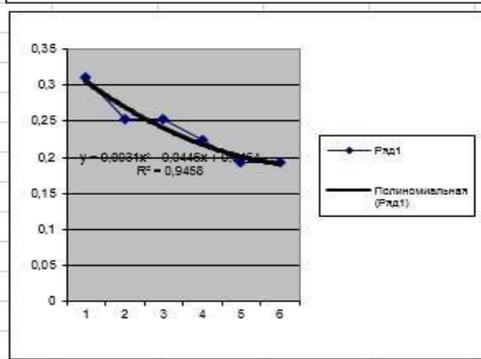
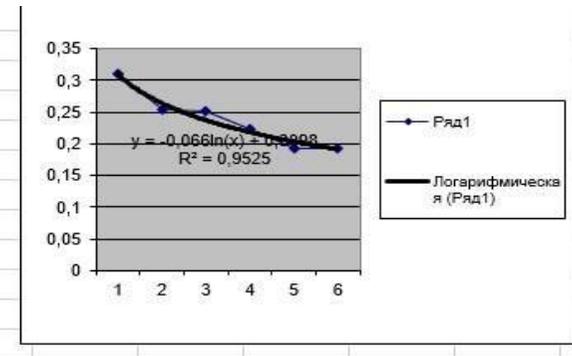
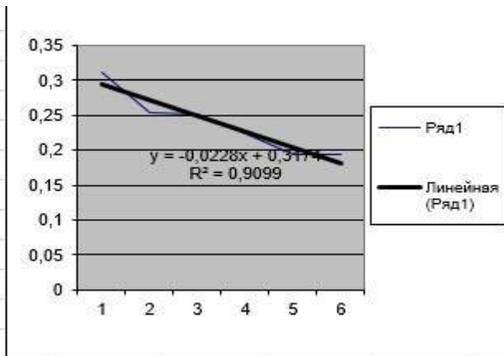


Результаты математической обработки физико-механических свойств почв

1	x^2	y^2	$x*y$	\hat{y}	e	e^2	$(x-x_{cp})^2$	\hat{y} (предсказ)	\hat{y}	S_y^2	y^H	y^E	$(\hat{y}-y)^2$	$(y-y_{cp})^2$
2	0,096721	0,1369	0,11507	0,415512	0,045512	0,002071	0,006531	0,4155123	0,415512	4,74451E-05	0,399601	0,431423	0,002071	8,77915E-06
3	0,064009	0,1681	0,10373	0,384975	-0,02502	0,000626	0,000521	0,38497506	0,384975	1,33755E-05	0,376527	0,393423	0,000626	0,001371742
4	0,063504	0,1225	0,0882	0,384449	0,034449	0,001187	0,000476	0,38444855	0,384448	1,31226E-05	0,376081	0,392816	0,001187	0,000527298
5	0,049729	0,1444	0,08474	0,36918	-0,01082	0,000117	5,16E-05	0,36917993	0,369179	1,07177E-05	0,361617	0,376742	0,000117	4,95199E-05
6	0,037249	0,1156	0,06562	0,353385	0,013385	0,000179	0,001383	0,35338481	0,353384	1,82629E-05	0,343513	0,363256	0,000179	0,001086557
7	0,037249	0,1521	0,07527	0,353385	-0,03662	0,001341	0,001383	0,35338481	0,353384	1,82629E-05	0,343513	0,363256	0,001341	0,000290261
8	0,040401	0,1024	0,06432	0,357597	0,037597	0,001414	0,000852	0,35759684	0,357596	1,52532E-05	0,348575	0,366618	0,001413	0,002805075
9	0,034596	0,1024	0,05952	0,349699	0,029699	0,000882	0,001952	0,34969928	0,349699	2,14915E-05	0,33899	0,360408	0,000882	0,002805075
10	0,076729	0,4624	0,18836	0,397611	-0,28239	0,079743	0,002192	0,39761116	0,397611	2,28479E-05	0,386569	0,408652	0,079744	0,094271742
11	0,068644	0,25	0,131	0,389714	-0,11029	0,012163	0,001012	0,3897136	0,389713	1,61625E-05	0,380427	0,399	0,012163	0,016138409
12	0,038809	0,1681	0,08077	0,355491	-0,05451	0,002971	0,001101	0,35549082	0,35549	1,66674E-05	0,34606	0,364921	0,002971	0,001371742
13	0,058564	0,0841	0,07018	0,379184	0,089184	0,007954	0,00014	0,37918351	0,379183	1,12163E-05	0,371447	0,386919	0,007954	0,006882853
14	0,036481	0,0784	0,05348	0,352332	0,072332	0,005232	0,001535	0,3523318	0,352331	1,91287E-05	0,342229	0,362434	0,005232	0,008642112
15	0,046225	0,0841	0,06235	0,364968	0,074968	0,00562	0,000231	0,3649679	0,364967	1,17322E-05	0,357056	0,37288	0,00562	0,006882853
16	0,068644	0,1764	0,11004	0,389714	-0,03029	0,000917	0,001012	0,3897136	0,389713	1,61625E-05	0,380427	0,399	0,000917	0,002212483
17	0,073984	0,1156	0,09248	0,394979	0,054979	0,003023	0,001748	0,39497864	0,394978	2,0336E-05	0,384562	0,405395	0,003023	0,001086557
18	0,058081	0,09	0,0723	0,378657	0,078657	0,006187	0,000117	0,37865701	0,378656	1,10881E-05	0,370965	0,386348	0,006187	0,005323594
19	0,065536	0,2601	0,13056	0,386555	-0,12345	0,015239	0,000666	0,38655457	0,386554	1,42025E-05	0,377849	0,39526	0,015239	0,01877915
20	0,0784	0,1296	0,1008	0,399191	0,039191	0,001536	0,002482	0,39919067	0,39919	2,44911E-05	0,387759	0,410622	0,001536	0,000168038
21	0,058564	0,1369	0,08954	0,379184	0,009184	8,43E-05	0,00014	0,37918351	0,379183	1,12163E-05	0,371447	0,386919	8,43E-05	8,77915E-06
22	0,021316	0,2025	0,0657	0,328639	-0,12136	0,014728	0,007087	0,32863911	0,328639	5,05973E-05	0,312208	0,34507	0,014729	0,005934705
23	0,066049	0,1444	0,09766	0,387081	0,007081	5,01E-05	0,000719	0,38708108	0,387081	1,45008E-05	0,378285	0,395877	5,01E-05	4,95199E-05
24	0,033856	0,1521	0,07176	0,348646	-0,04135	0,00171	0,002133	0,34864627	0,348646	2,2516E-05	0,337685	0,359607	0,00171	0,000290261
25	0,026244	0,0784	0,04536	0,337063	0,057063	0,003256	0,004649	0,33706318	0,337063	3,67783E-05	0,323054	0,351072	0,003256	0,008642112
26	0,033489	0,0676	0,04758	0,34812	0,08812	0,007765	0,002226	0,34811976	0,348119	2,30453E-05	0,33703	0,359209	0,007765	0,012760631
27	0,047961	0,1444	0,08322	0,367074	-0,01293	0,000167	0,000125	0,36707392	0,367073	1,11343E-05	0,359366	0,374781	0,000167	4,95199E-05
28	0,099225	0,09	0,0945	0,417618	0,117618	0,013834	0,007194	0,41761832	0,417618	5,12004E-05	0,401089	0,434147	0,013834	0,005323594
29	0,054824	0,146648	0,086819		сумма=	0,189997	0,049658				сумма=	0,189997	0,203762963	
30	0,001839	$S_x=$	0,042886		$S_{b_0}^2=$	0,000311		$b_0=$	0,251769			Q_e	Q	
31	0,093663	$S_y=$	0,306044		$S_{b_1}^2=$	0,005668		$b_1=$	0,526504		$Q_f=Q-Q_e=$	0,013766		
32	0,073779				$S^2=$	0,000281		$S=$	0,087177		$F=$	1,811281		

Исходные данные		
1	0,311	
2	0,253	
3	0,252	
4	0,223	
5	0,193	
6	0,193	

№	Уравнение	R ²
1	$y = 1,7771x + 9,28$	0,949
2	$y = 5,1289 \ln(x) + 9,8759$	0,9916
3	$y = 0,2518x^2 + 3,5396x + 6,93$	0,9896
4	$y = 0,0435x^3 - 0,7087x^2 + 4,9192x + 5,8333$	0,9917
5	$y = 10,18x^{0,3626}$	0,9921
6	$y = 9,8675e^{-0,1225x}$	0,9029



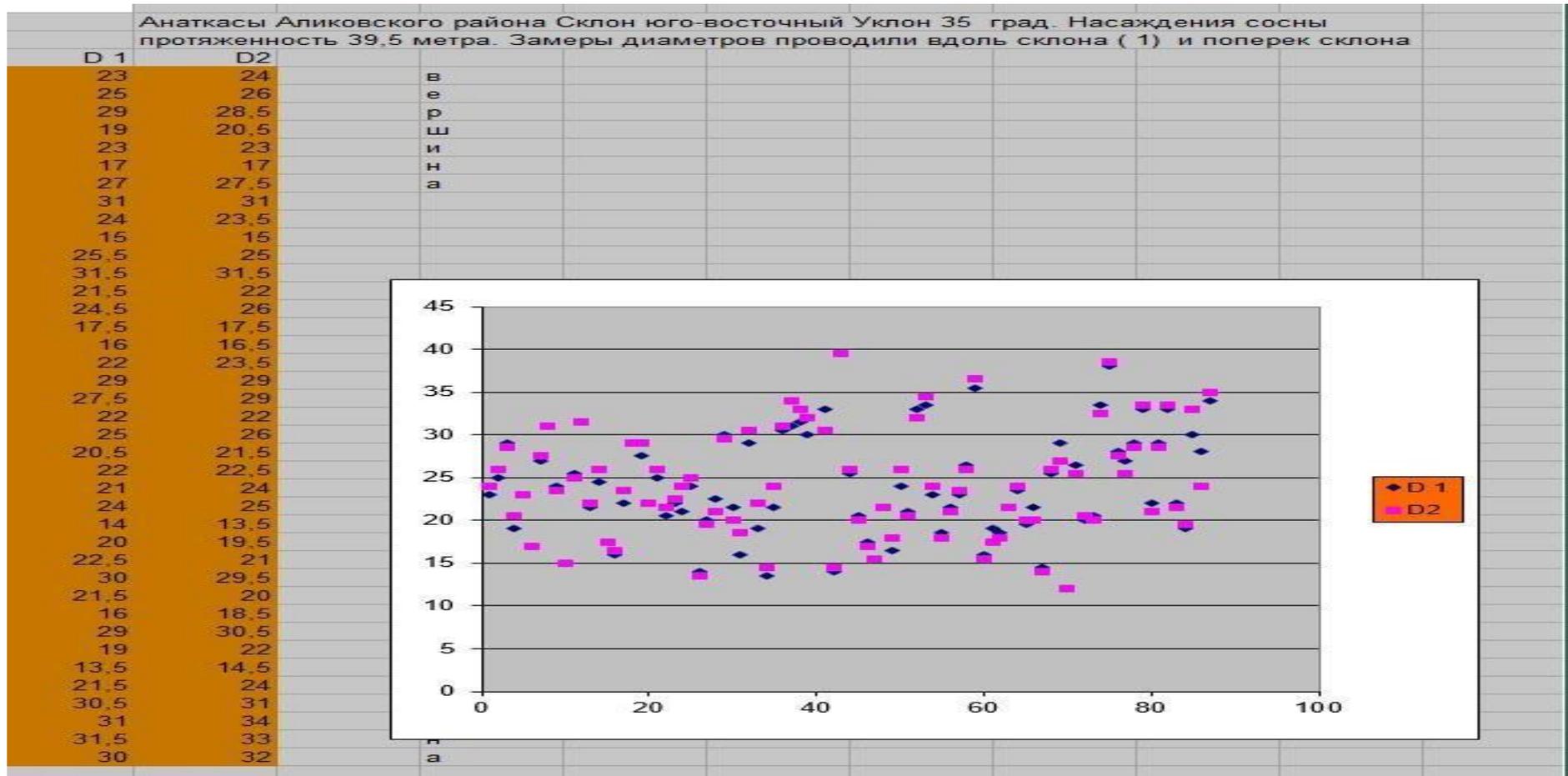
**Гранулометрический состав почв Мариинско-Посадского участка
(юго-запад) Приволжского подрайона**

№ разрез	Горизонт	Глубина взятия образцов, см	Частицы, мм									Название почвы по
			>1	1-0,25	0,25-0,05	0,05-0,01	Итого >0,01	0,01-0,005	<0,005	<0,001	Итого <0,01	
			в % от веса абсолютно-сухой почвы									
Средняя часть склона	A ₁	0-5	13,09	6,08	28,65	26,43	61,16	22,9	12,25	3,69	38,84	Ср. сугл
	A ₁₋₂	5-28	9,2	5,03	25,03	26,50	56,56	28,5	9,18	5,72	43,44	Тяж. сугл
	A ₂	28-41	7,78	7,65	43,76	16,14	67,55	20,5	7,53	4,37	32,45	Ср. сугл
	B ₁	41-62	11,13	5,74	40,31	12,80	58,85	2,89	21,24	17,02	41,15	Тяж. сугл
	B ₂	62- 87	6,30	9,90	58,00	8,40	82,6	4,16	8,3	4,94	17,4	Супесь
	B ₃	87-125	10,08	6,14	20,45	9,6	46,27	6,14	24,48	23,11	53,73	Лег.глин.
	C	125-150	13,2	6,7	43,7	13,12	76,72	9,11	9,12	5,05	23,28	Лег. сугл
Нижняя часть склона	A ₁	0-5	6,0	7,80	25,30	24,31	63,41	21,12	10,78	4,69	36,59	Ср.сугл
	A ₁₋₂	5-28	1,2	5,90	30,47	22,54	60,11	21,6	8,65	9,64	39,89	Ср.сугл
	A ₂	28-41	5,76	11,23	33,45	20,15	70,59	18,14	6,4	4,87	29,41	Лег.сугл
	A ₂ -B ₁	41-62	8,98	16,78	36,34	16,79	78,89	15,3	3,4	2,41	21,11	Лег.сугл
	B ₁	62- 87	7,76	18,45	33,18	19,89	79,28	11,3	4,34	5,08	20,72	Лег.сугл
	B ₂	87-125	6,05	5,2	58,89	2,18	72,32	3,12	13,54	11,02	27,68	Лег.сугл
	C	125-150	1,1	4,43	57,12	7,9	70,55	17,65	7,3	4,5	29,45	Лег.сугл

**Гранулометрический состав почв на склоновых землях
(северо-западный склон)**

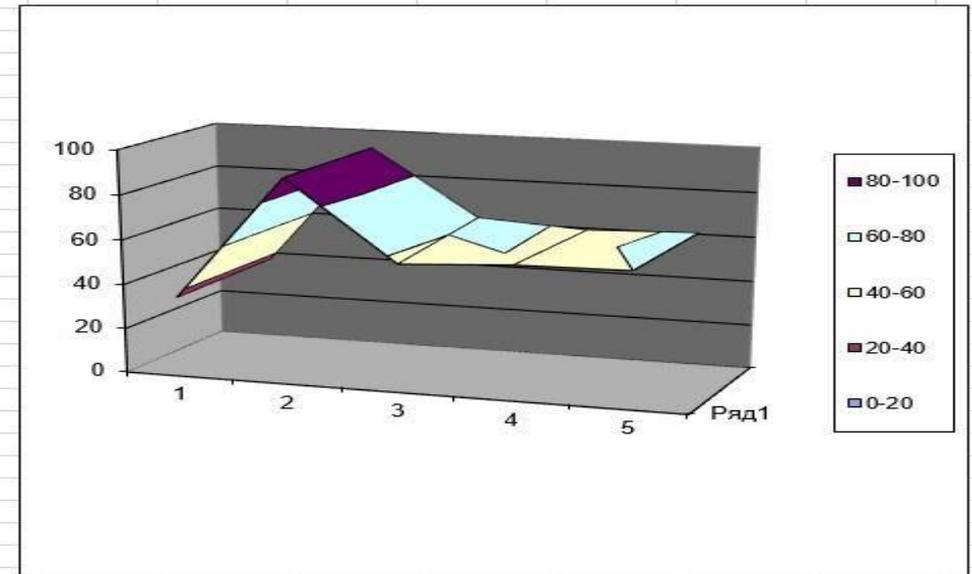
№ пачечного	Горизонт	Глубина взятых образцов, см	Частицы, мм								
			<1	1-0,25	0,25-0,05	0,05-0,01	Итого >0,01	0,01-0,005	<0,005	<0,001	итого<0,01
			в % от веса абсолютно сухой почвы								
Средняя часть склона	A ₀	0-8	4,58	11,20	23,77	28,37	63,34	18,33	11,16	6,65	36,66
	A ₁	8-19	2,04	9,16	24,93	25,08	59,17	23,60	10,42	6,81	40,83
	A ₂	31-42	4,09	10,11	35,59	21,22	66,92	19,96	8,20	4,92	33,08
	A ₂ /B ₁	43-53	5,94	13,79	45,48	12,83	72,10	6,26	13,08	8,56	27,90
	B ₁	54-81	12,50	7,86	49,00	13,69	70,55	15,53	8,28	5,64	29,45
	B ₂	81-140	6,72	8,29	50,35	14,71	73,35	8,69	10,68	7,28	26,65
	C	140-170	28,62	25,22	46,04	11,75	83,01	4,11	7,52	5,36	16,99
Нижняя часть склона	A ₀	0-9	20,25	5,28	30,50	33,82	69,60	6,42	13,92	10,06	30,40
	A ₁	9-19	7,53	7,53	25,99	23,87	57,39	20,97	12,36	8,28	42,61
	A ₂	20-40	9,47	12,90	46,78	13,58	73,26	13,66	8,04	5,04	26,74
	A ₂ B ₁	40-57	9,82	9,63	46,70	14,12	70,45	6,23	13,68	9,64	29,55
	B ₁	57-94	9,77	7,72	47,10	13,35	68,17	13,19	11,20	7,44	31,83
	B ₂	96-126	8,33	9,81	44,60	13,41	67,82	12,82	11,20	8,16	32,18
	C	136-150	7,84	9,30	46,15	13,96	69,41	5,55	14,04	10,00	30,59

Схема размещения деревьев на склоне



Результаты обработки данных по росту деревьев

Ход диаметрального роста сосны обыкновенной на склоне по сторонам света мм по модельному дереву					
Приведенный данные хотел использовать по асимметрии ствола в зависимости от сторон света					
д	север	юг	запад	восток	
1	6	4	5	4	
2	10	11	7	8	
3	11	17,5	13	12,5	
4	21	22,5	19	17,5	
5	21,5	27	21	23,5	
6	26,5	30	24	27,5	
7	34	31	28	32	
8	40	34	32	35,6	
9	47	37,5	36	37,5	
10	53	39	38	39	
11	57	40	40	41	
12	60	42	41	42	
13	63	43	41,5	42,5	
14	66	44	43	45,5	
15	66,5	45,5	44	46,5	
16	72	46,5	46,5	47,5	
17	74,5	47,5	47	48	
18	76	48,5	47,5	48,5	
19	77,5	49	48	49	
20	78,5	49,5	49	50	
21	79,5	50	49,5	50,5	
22	80,5	50,5	50,5	51,5	
23	81,5	51	51	52	
24	82,5	51,4	51,5	53	
25	83,5	52	52	53,5	
26	84	53	53	54	
27	84,5	53,5	54,5	55	
28	85,5	54,5	55	55,5	
29	86	55	55,5	56	
30	87	55,5	56	56,5	
31	88	55,75	56,4	57,5	
32	88,5	56	57,5	58	
33	89,5	56,2	58	58,5	
34	90	56,4	58,5	59	
35	90,5	56,6	59	59,5	
36	91,5	56,8	59,4	60	
37	91,9	62	59	60,5	



Козловка. Берег Волги Склон северный Дубняк липовый

Ход диаметрального роста дуба черешчатого по сторонам света

	юг	север	запад	восток
1	5	4	4	4
2	8	6	7	7
3	11	8	11	9
4	16	11	15,5	15
5	20,5	13	20	17
6	24	15	24	22
7	28	17	28,5	24
8	33	20	32	28
9	38	24	35,5	32
10	43	26,5	40	38
11	45	29	47,5	43
12	52	32	51	48
13	57	37	55	53
14	61	42	60	57
15	67	46	66,5	63
16	73	50	69	65,5
17	76	51,5	75	71
18	82	55,5	79,5	71,5
19	88	60	83	77
20	90,1	62,5	84	81
21	93,5	64	87	84
22	94,5	65,5	88	92



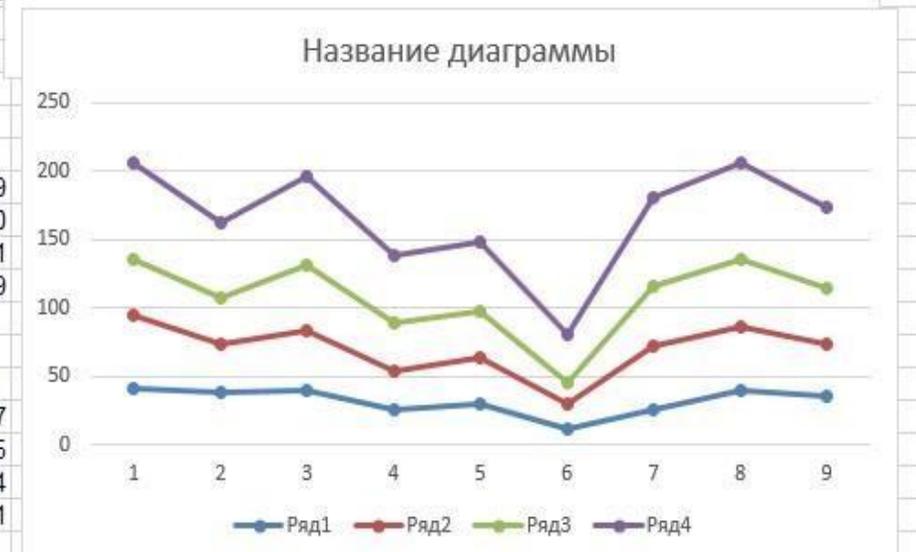
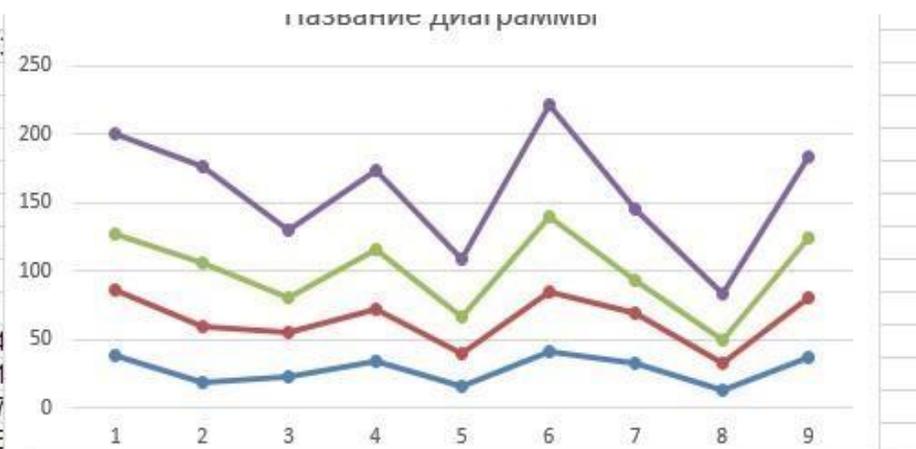
Схема посадки Расстояние между рядами 2.5 м. между деревьями в ряду 1 м.

Мокеевка Цильнинского р-н Ульяновской обл. Южный склон. Посадки сосны Угол : од роста сосны обыкновенной			
2008	2007	2006	2005
74	41	48	38
71	46	41	19
50	25	32	23
58	44	38	34
42	27	24	16
81	55	44	41
52	24	36	33
33	18	19	13
60	44	43	37
70	42	53	41
55	35	35	38
65	48	43	40
50	35	29	25
50	35	33	30
35	15	18	12
65	44	46	26
70	50	46	40
60	40	39	35
66	52	46	31
57	38	29	27
35	20	11	10
55	43	42	38
62	48	27	28
52	39	39	34
55	35	45	39

Допустимый но		Средство
Var1	63	58,44444
Var2	63	40,69841
Var3	63	38,66667
Var4	63	31,38095

Кореляция		
	Var3	Var4
Var3	1,000000	0,898439
Var4	0,898439	1,000000
Var1	0,758638	0,653111
Var2	0,820054	0,768299

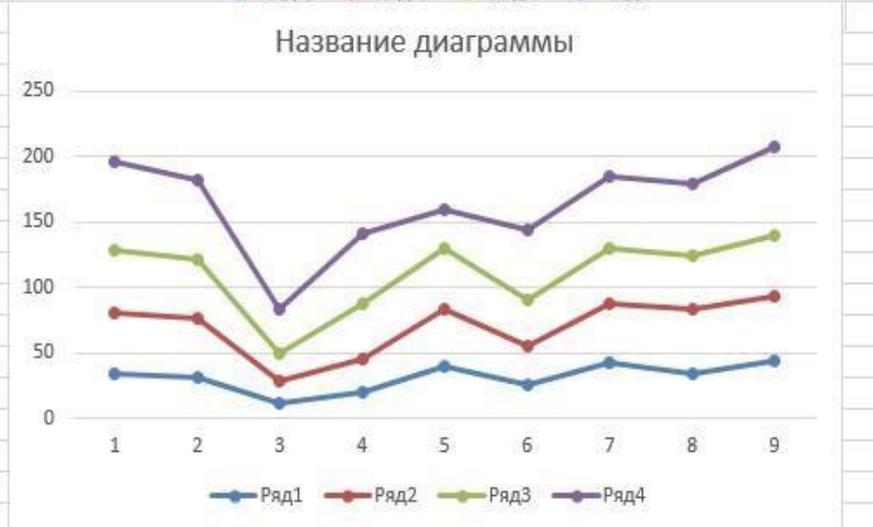
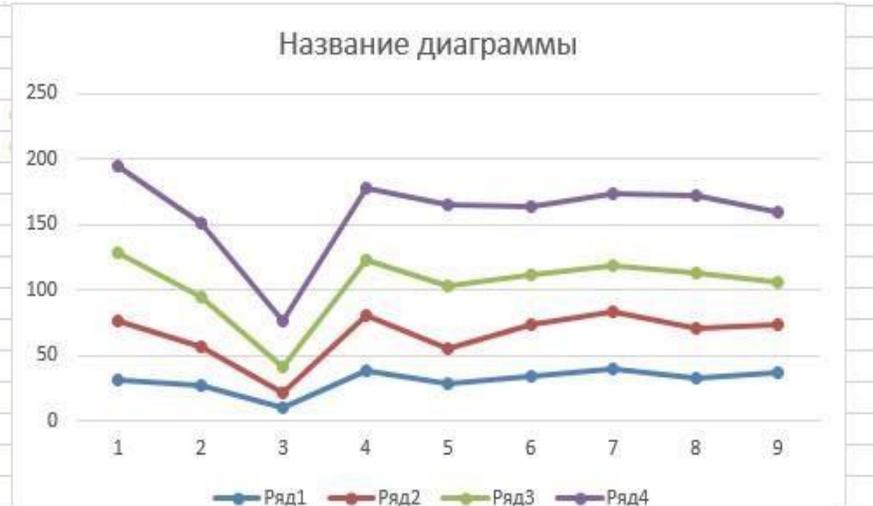
Средств	
Var3	38,66667
Var4	31,38095
Var1	58,44444
Var2	40,69841



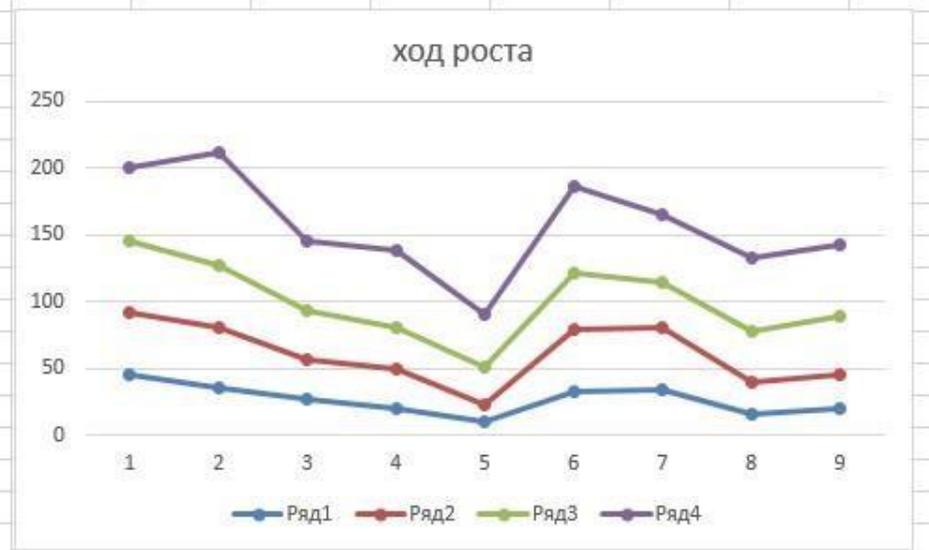
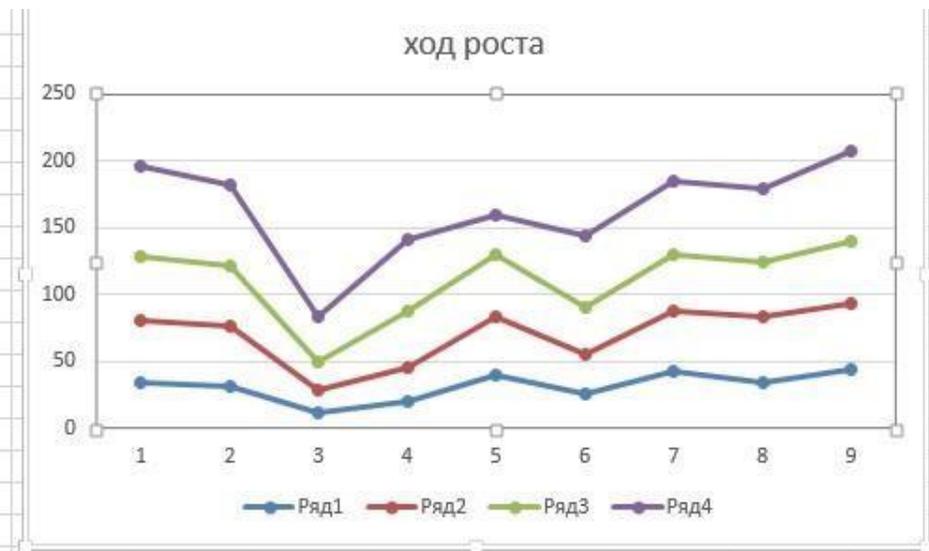
33	60	42	39	32					
34	54	33	36	37					
35	67	49	46	34					
36	60	45	46	31					
37	35	21	17	11					
38	54	42	25	20					
39	30	46	44	40					
40	54	35	30	25					
41	55	42	45	43					
42	55	41	49	34					
43	68	47	49	44					
44	55	53	47	45					
45	85	47	44	36					
46	53	36	30	27					
47	57	32	29	20					
48	39	28	13	10					
49	65	43	46	33					
50	51	34	46	34					
51	55	38	24	16					
52	53	44	25	20					
53	63	42	38	32					
54	60	37	30	32					
55	59	50	42	33					
56	55	34	43	34					
57	53	47	39	23					
58	60	37	41	34					
59	75	50	53	44					
60	48	25	23	25					
61	58	36	24	7					
62	59	50	48	37					
63	62	50	39	24					
64	75	34	50	30					
65	62	38	45	41					
66	58	40	50	40					
67	66	62	57	33					

Бета
 ОТРЕЗОК
 Var3 0,891347
 Var4 -0,147710

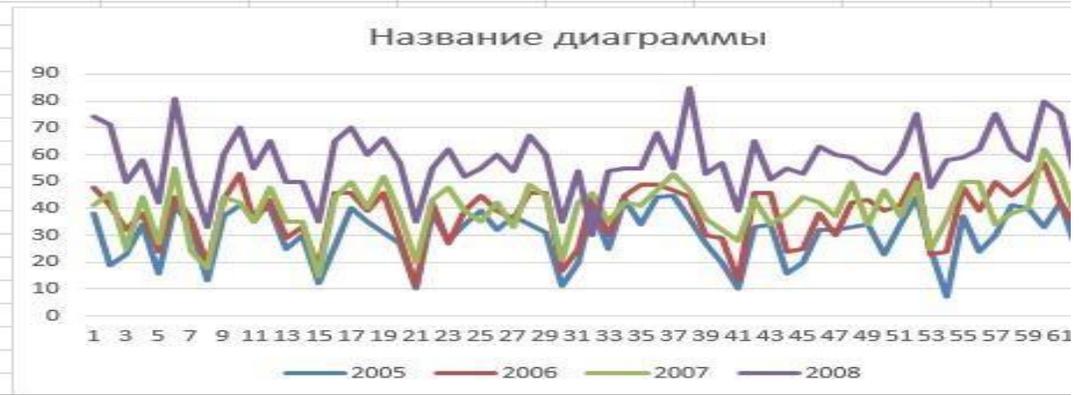
Значени
 Умножени 0,76141
 Multiple R² 0,57974
 Adjusted F 0,56573
 F(2,60) 41,38419
 p 0,00000
 Std.Err. of 8,37905



49	65	43	46	33					
50	51	34	46	34					
51	55	38	24	16					
52	53	44	25	20					
53	63	42	38	32					
54	60	37	30	32					
55	59	50	42	33					
56	55	34	43	34					
57	53	47	39	23					
58	60	37	41	34					
59	75	50	53	44					
60	48	25	23	25					
61	58	36	24	7					
62	59	50	48	37					
63	62	50	39	24					
64	75	34	50	30					
65	62	38	45	41					
66	58	40	50	40					
67	80	62	57	33					
68	75	53	42	42					
69	50	36	33	25					
70									
71									
72									
73									
74									
75									
76									
77									
78									
79									
80									
81									
82									
83									



	2005	2006	2007	2008
1	38	48	41	74
2	19	41	46	71
3	23	32	25	50
4	34	38	44	58
5	16	24	27	42
6	41	44	55	81
7	33	36	24	52
8	13	19	18	33
9	37	43	44	60
10	41	53	42	70
11	38	35	35	55
12	40	43	48	65
13	25	29	35	50
14	30	33	35	50
15	12	18	15	35
16	26	46	44	65
17	40	46	50	70
18	35	39	40	60
19	31	46	52	66
20	27	29	38	57
21	10	11	20	35
22	38	42	43	55
23	28	27	48	62
24	34	39	39	52
25	39	45	35	55
26	32	39	42	60
27	37	36	33	54
28	34	46	49	67
29	31	46	45	60
30	11	17	21	35
31	20	25	42	54
32	40	44	46	30
33	25	30	35	54
34	43	45	42	55
35	34	49	41	55
36	44	49	47	68
37	45	47	53	55
38	36	44	47	85
39	27	30	36	53
40	20	29	32	57
41	10	13	28	39
42	33	46	43	65
43	34	46	34	51
44	16	24	38	55
45	20	25	44	53



Приложение Ж

Распределение растений на склонах по типу корневой системы

Названия растений	Тип корневой системы
Астра звездчатая (<i>Aster amellus</i> L.)	Корневищные
Вейник наземный, или волчий хвост (<i>Calamagrostis epigeios</i> (L.) Roth)	
Володушка золотистая (<i>Bupleurumaureum</i> (Fischer))	
Герань луговая (<i>Geranium pratense</i> L.)	
Гвоздика разноцветная, полевая (<i>Dfnanthus versicolor</i> Fisch.)	
Горошек мышиный (<i>Vicia cracca</i> L.)	
Зверобой продырявленный (<i>Hypericum perforatum</i> L.)	
Земляника лесная (<i>Fragaria vesca</i> L.)	
Девясил высокий (<i>Inula helenfum</i> L.)	
Колокольчик сборный (<i>Campanula glomerata</i> L.)	
Лапчатка прямостоячая (<i>Potentilla erecta</i> L.)	
Мать–и–мачеха (<i>Tussilaga farfara</i> L.)	
Полынь горькая (<i>Artemisia absinthium</i> L.)	
Пустырник пятилопастный (волосистый) (<i>Leonurus quinquelobatus</i>)	
Пырей ползучий (<i>Elymus repens</i> (L.) Gould)	
Репешок обыкновенный (<i>Agrimonia eupatoria</i> L.)	
Осока волосистая (<i>Carex pilosa</i> Scop.)	
Сныть обыкновенная (<i>Aegorodium podagraria</i> L.)	
Щавель конский (<i>Rumex confertus</i> W.),	
Хвощ полевой (<i>Eguisetum arvense</i> L.)	
Итого	20
Астрагал шерстистоцветковый (<i>Astragalus dasyanthus</i> Pall.)	Стержнекорневые
Бедренец камнеломковый (<i>Pimpinella sachifraga</i> L.)	
Донник лекарственный (<i>Melilotus officinalis</i> Desr.)	
Икотник серый, икотная трава (<i>Berteroa incana</i> DC)	
Клевер средний (<i>Trifolium medium</i> L.)	
Лядвенец рогатый (<i>Lotus corniculatus</i> L.)	
Люцерна посевная (<i>Medicago sativa</i> L.)	
Одуванчик лекарственный (<i>Taraxacum officinale</i> Web. S.l.)	
Ромашка аптечная (<i>Matricaria chamomilla</i> L.)	
Одуванчик лекарственный (<i>Taraxacum officinalis</i> L.)	

Синеголовник плосколистный (<i>Eryngium planum</i> L.)		
Тмин обыкновенный (<i>Carum carvi</i> L.)		
Тысячелистник обыкновенный (<i>Achillea millefolilium</i> E, Mey)		
Цикорий обыкновенный (<i>Cicohorium inthybus</i> L.),		
Чертополох поникающий (<i>Carduus uncinatus</i> Bieb.)		
Итого	16	
Будра плющевидная (<i>Glechoma hederacea</i> L.)	Ползучие	
Вероника дубравная (<i>Veronica chamaedrys</i> L.)		
Звездчатка дубравная (<i>Stellaria nemorum</i> L.)		
Звездчатка средняя (<i>Stellaria media</i> V.)		
Лапчатка гусиная (<i>Potentilla anserina</i> L.)		
Осока волосистая (<i>Carex pilosa</i> Scop.)		
Очиток едкий (<i>Sedum acre</i> L.)		
Подмаренник настоящий (<i>Galium verum</i> L. s.l.)		
Манжетка обыкновенная (<i>Alchemilla vulgaris</i> L.)		
Мятлик луговой (<i>Poa pratensis</i> L.)		
Очиток едкий (<i>Sedum acre</i> L.)		
Яснотка белая — <i>Lamium album</i> L		
Итого		12
Бодяк полевой (<i>Cirsium arvense</i> (L.) Scop.),		Корнеотпрысковые
Вьюнок полевой (<i>Convolvulus arvensis</i> L.)		
Ежа сборная (<i>Dactylis glomerata</i> L.)		
Мелколепестник канадский (<i>Erfgeron canadensis</i> L.)		
Молочай болотный (<i>Euphorbia palustris</i> L.)		
Льнянка обыкновенная (<i>Linaria vulgaris</i> L.)		
Сурепка обыкновенная (<i>Barbarea vulgaris</i> L.)		
Черноголовка обыкновенная (<i>Prunella vulgaris</i> L.)		
Шлемник обыкновенный (<i>Scutellaria galericulata</i> L.),		
Итого	9	
Василек синий (<i>Centaurea cyanus</i> L.)	Кистекарневой	
Кульбаба осенняя (<i>Leontodon autumnalis</i> L.)		
Тимьян ползучий (чабрец)— <i>Thymus serpillium</i> L		
Подорожник промежуточный (<i>Plantago intermedia</i> DC.)		
Итого	4	

Ковыль перистый (<i>Stipa pennata</i> L.)	Мочковатокорн
Лютик едкий (<i>Ranunculus acris</i> L.)	
Подорожник большой (<i>Plantago major</i> L.)	
Итого	3
Всего	64

Приложение 3

Характеристика древостоев дуба черешчатого на пробных площадках
Приволжского района

№ трансекты	№ площадки	Схема смешения	Породы	Средняя высота. м	Средний диаметр. см	Полнота	Возраст. лет
1	1	-К-Лп-Д-	Клен	10.4±0.31	9.2±0.14	0.7	45
			Дуб	8.6±0.13	8.4±0.15		
			Липа	10.0±0.43	9.3±0.2		
	2	-Кл-Д-Лп-Кл-	Клен	10.5±0.21	9.5±0.14	0.5	45
			Дуб	11.7±0.14	10.8±0.18		
			Липа	10.8±0.25	11.7±0.25		
			Клен	9.4±0.15	9.6±0.17		
	3	-Лп-Д-Лп-Кл-	Липа	14.2±0.32	10.5±0.18	0.5	43
			Дуб	14.5±0.33	11.4±0.17		
			Липа	12.6±0.37	10.3±0.13		
			Клен	10.5±0.31	9.8±0.14		
	2	4	-Д-Лп-Д	Дуб	11.4±0.13	10.7±0.15	0.6
Липа				10.6±0.23	11.4±0.23		
Дуб				9.7±0.13	9.5±0.19		
Дуб				14.2±0.32	10.8±0.18		
Липа				14.9±0.33	11.7±0.17		
Дуб				12.4±0.37	10.4±0.13		
3	5	-Лп-Д-Д-Лп	Липа	10.4±0.31	9.2±0.14	0.5	45
			Дуб	11.8±0.13	10.4±0.15		
			Дуб	10.6±0.23	11.9±0.23		
			Лп	9.5±0.13	9.6±0.19		
	6	-Лп-Д-Лп-Д-Лп	Лп	14.3±0.32	10.3±0.18	0.6	45
			Дуб	14.9±0.33	11.7±0.17		
			Липа	12.9±0.37	10.5±0.13		
			Дуб	12.7±0.45	13.6±0.16		
			Липа	11.4±0.45	10.9±0.15		
	7	-Лп-Д-Лп-Ак ж	Липа	14.0±0.27	13.6±0.16	0.5	42
			Дуб	13.1±0.33	10.9±0.24		
			Липа	13.7±0.43	10.95±0.13		
	8	-Лп-Д-Лп-Ак ж-	Липа	13.95±0.34	10.95±0.14	0.4	42
Дуб			12.8±0.23	11.6±0.16			
Липа			12.82±0.2	12.87±0.2			
9	9	-Лп-Д-Лп-	Липа	12.5±0.36	11.0±0.34	0.4	42

		Ак.ж-	Дуб	11.8±0.56	12.27±0.22		
			Липа	15.5±0.3	13.5±0.17		
4	10	Ак.ж-Лп-Д-Лп- Ак.ж-	Липа	14.0±0.27	13.6±0.16	0.4	42
			Дуб	13.1±0.33	10.9±0.24		
			Липа	13.7±0.43	10.95±0.13		
	11	Ак.ж-Лп-Д-Лп- Ак.ж-	Липа	12.81±0.2	11.6±0.14	0.4	42
			Дуб	11.3±0.5	12.8±0.24		
			Липа	13.87±0.23	11.0±0.18		
	12	Ак.ж-Лп-Д-Лп- Ак.ж-	Липа	12.91±0.45	12.2±0.14	0.4	42
			Дуб	11.63±0.44	12.7±0.18		
			Липа	11.39±0.5	12.95±0.14		
5	13	Ак.ж-Лп-Д-Лп- Ак.ж-	Липа	11.2±0.4	10.89±0.15	0.4	42
			Дуб	11.1±0.23	11.43±0.16		
			Липа	15.5±0.27	10.6±0.19		
	14	-Лп-Д-Лп- Ак.ж-	Липа	14.0±0.34	10.9±0.16	0.4	42
			Дуб	13.1±0.33	11.0±0.17		
			Липа	13.7±0.23	11.2±0.19		
	15	-Лп-Д-Лп- Ак.ж-	Липа	12.8±0.34	15.2±0.15	0.4	42
			Дуб	11.3±0.3	10.87±0.19		
			Липа	13.8±0.53	10.79±0.33		
6	16	-Лп-Д-Лп- Ак.ж-	Липа	12.78±0.36	12.6±0.18	0.6	42
			Дуб	12.59±0.43	12.9±0.54		
			Липа	11.2±0.35	10.8±0.35		
	17	-Лп-Д-Лп- Ак.ж-	Липа	12.6±0.36	11.4±0.25	0.6	42
			Дуб	11.9±0.56	10.9±0.32		
			Липа	11.1±0.45	10.6±0.35		
	18	-Лп-Д-Лп- Ак.ж-	Липа	12.78±0.34	12.6±0.28	0.6	42
			Дуб	12.59±0.23	12.95±0.27		
			Липа	11.2±0.45	10.8±0.42		
7	19	Ак.ж-Лп-Д-Кл- -См.—Лп-Ак.ж	Липа	12.6±0.44	11.43±0.32	0.6	49
			Дуб	11.9±0.33	10.97±0.30		
			Липа	11.1±0.45	10.6±0.37		
	20	Ак.ж-Лп-Д-Кл- -См.—Лп- Ак.ж-	Липа	12.7±0.32	12.6±0.45	0.6	49
			Дуб	12.5±0.31	12.9±0.33		
			Липа	11.2±0.45	10.8±0.26		
	21	Ак.ж-Лп-Д-Кл- . -См.—Лп- Ак.ж	Липа	12.6±0.55	11.4±0.35	0.6	49
			Дуб	11.9±0.25	10.9±0.28		
			Липа	11.1±0.14	10.6±0.33		
8	22	Ак.ж-Лп-Д-Кл- . -См.—Лп- Ак.ж	Липа	12.78±0.22	12.6±0.36	0.5	49
			Дуб	11.7±0.24	11.0±0.31		
			Липа	11.5±0.35	11.2±0.27		

23	Ак.ж-Лп-Д-Кл- .-См.—Лп- Ак.ж	Липа	15.0±0.33	15.2±0.15	0.5	49
		Дуб	11.4±0.53	10.8±0.56		
		Липа	11.2±0.38	10.7±0.16		
24	Ак.ж-Лп-Д-Кл- .-См.—Лп- Ак.ж	Липа	11.7±0.43	11.0±0.13	0.5	49
		Дуб	12.78±0.23	12.65±0.24		
		Липа	12.99±0.4 5	12.95±0.44		

Приложение И

Результаты регрессионного анализа зависимости температуры поверхности почвы от высоты склона (теневого склона)

N=18	Итоги регрессии для зависимой переменной: Пер1 (Таблица данных) R= ,91613391 R2= ,83930133 Скоррект. R2= ,72681227 F(7,10)=7,4612 p<,00264 Станд. ошибка оценки: 11,052					
	БЕТА	Ст.Ош. БЕТА	B	Ст.Ош. B	t(10)	p-знач.
Св.член			205,6565	5,091417	40,39279	0,000000
Пер4	-0,64388	1,565912	-0,7053	1,715417	-0,41118	0,689612
Пер5	-0,96001	2,541815	-1,0456	2,768513	-0,37769	0,713555
Пер6	4,72127	3,094241	5,1290	3,361461	1,52582	0,158039
Пер7	-0,58297	2,316138	-0,6356	2,525195	-0,25170	0,806371
Пер8	3,00720	1,873211	3,2615	2,031594	1,60537	0,139493
Пер9	-6,84797	2,628973	-7,5471	2,897358	-2,60481	0,026274
Пер10	0,51744	2,595194	0,5634	2,825514	0,19939	0,845957

Результаты множественной регрессии: Таблица данных1		
Результаты множ. регрессии		
Зав.перем.: Пер1	Множест. R = ,91613391	F = 7,461182
	R2= ,83930133	сс = 7,10
Число набл.: 18	Скоррект. R2= ,72681227	p = ,002636
	Стандартная ошибка оценки: 11,051975542	
Св.член: 205,65653080	Ст.ошибка: 5,091417	t(10) = 40,393 p = ,0000
Пер4 бета=-,64	Пер5 бета=-,96	Пер6 бета=4,72
Пер7 бета=-,58	Пер8 бета=3,01	Пер9 бета=-6,8
Пер10 бета=,517		
(выделены значимые бета)		

Результаты регрессионного анализа зависимости температуры поверхности почвы от высоты склона (солнечная экспозиция)

Результаты множ. регрессии					
Зав. перем.: Пер1	Множест. R =	,90262724	F =	8,062452	
	R2=	,81473594	сс =	6,11	
Число набл.: 18	Скоррект. R2=	,71368282	p =	,001630	
	Стандартная ошибка оценки: 11,314438956				
Св. член:	204,86272890	Ст. ошибка:	6,401882	t(11) =	32,000 p = ,0000
	Пер4 бета=-3,1	Пер5 бета=,408	Пер6 бета=9,70		
	Пер7 бета=-1,6	Пер8 бета=-1,1	Пер9 бета=-5,1		
(выделены значимые бета)					

Итоги регрессии для зависимой переменной: Пер1 (Таблица_данных1 R= ,90262724 R2= ,81473594 Скоррект. R2= ,71368282 F(6,11)=8,0625 p<,00163 Станд. ошибка оценки: 11,314						
N=18	БЕТА	Ст.Ош. БЕТА	B	Ст.Ош. B	t(11)	p-знач.
Св.член			204,8627	6,401882	32,00039	0,000000
Пер4	-3,05622	1,730815	-3,3405	1,891788	-1,76577	0,105138
Пер5	0,40798	2,675911	0,4436	2,909377	0,15247	0,881580
Пер6	9,69795	3,062482	10,5175	3,321292	3,16669	0,008971
Пер7	-1,60128	2,469302	-1,7426	2,687250	-0,64847	0,529983
Пер8	-1,12897	2,248972	-1,2210	2,432309	-0,50199	0,625567
Пер9	-5,10062	3,602088	-5,6128	3,963767	-1,41602	0,184457

Приложение К

1. Результаты множественной регрессии массы травы от высоты склоновой поверхности над уровнем моря и расстояния по склону.

Результаты множ. регрессии		
Зав.перем.: Пер1	Множест. R = ,89715052	F = 19,25012
	R2= ,80487906	сс = 3,14
Число набл.: 18	Скоррект. R2= ,76306743	p = ,000031
	Стандартная ошибка оценки: 31,137456965	
Св.член: -52,17696883	Ст.ошибка: 28,81766	t(14) = -1,811 p = ,0917
Пер2 бета=-,86 Пер3 бета=-1,1 Пер4 бета=2,89		

Итоги регрессии для зависимой переменной: Пер1 (Таблица данных1) R= ,89715052 R2= ,80487906 Скоррект. R2= ,76306743 F(3,14)=19,250 p<,00003 Станд. ошибка оценки: 31,137							
N=18	БЕТА	Ст.Ош. БЕТА	В	Ст.Ош. В	t(14)	p-знач.	
Св.член			-52,1770	28,81766	-1,81059	0,091713	
Пер2	-0,86359	1,454245	-0,6701	1,12836	-0,59384	0,562092	
Пер3	-1,14014	2,015697	-0,8886	1,57093	-0,56563	0,580596	
Пер4	2,88705	2,005797	2,1622	1,50222	1,43935	0,172034	

2. Результаты множественной регрессии массы надземной части и опада растений солнечной экспозиции

Результаты множ. регрессии

Зав.перем.: Пер1	Множест. R = ,93921371	F = 56,12531
	R2= ,88212239	сс = 2,15
Число набл.: 18	Скоррект. R2= ,86640537	p = ,000000
	Стандартная ошибка оценки: 7,283434486	
Св.член: 223,38203387	Ст.ошибка: 14,97597	t(15) = 14,916 p = ,0000

Итоги регрессии для зависимой переменной: Пер1 (Таблица данных4) R= ,93921371 R2= ,88212239 Скоррект. R2= ,86640537 F(2,15)=56,125 p<,00000 Станд. ошибка оценки: 7,2834							
N=18	БЕТА	Ст.Ош. БЕТА	В	Ст.Ош. В	t(15)	p-знач.	
Св.член			223,3820	14,97597	14,91603	0,000000	
Пер2	-0,676705	0,930384	-0,0472	0,06484	-0,72734	0,478218	
Пер3	-0,263372	0,930384	-0,0595	0,21009	-0,28308	0,780986	

3. Результаты множественной регрессии массы надземной части и опада растений теневой экспозиции

Приложение Л

1. Результаты множественной регрессии радиального роста сосны обыкновенной в зависимости от высотной отметки склоновой поверхности

Результаты множ. регрессии			
Зав.перем.: Пер1	Множест. R = ,78202967	F = 23,61704	
	R2= ,61157040	сс = 2,30	
Число набл.: 33	Скоррект. R2= ,58567510	p = ,000001	
	Стандартная ошибка оценки: 11,755019926		
Св.член: 150,54564656	Ст.ошибка: 15,89337	t(30) = 9,4722	p = ,0000
Пер2 бета=-1,1		Пер3 бета=,643	

N=33	итоги регрессии для зависимой переменной: пер1 (таблица данных4) R= ,78202967 R2= ,61157040 Скоррект. R2= ,58567510 F(2,30)=23,617 p<,00000 Станд. ошибка оценки: 11,755					
	БЕТА	Ст.Ош. БЕТА	B	Ст.Ош. B	t(30)	p-знач.
Св.член			150,546	15,8934	9,47223	0,000000
Пер2	-1,10647	0,164274	-223,284	33,1501	-6,73556	0,000000
Пер3	0,64260	0,164274	477,211	121,9939	3,91176	0,000486

2. Результаты множественной регрессии прироста сосны обыкновенной в зависимости от высотной отметки склоновой поверхности Кубня-Булинский район

N=62	Итоги регрессии для зависимой переменной: Пер1 (Таблица данных6) R= ,25107241 R2= ,06303735 Скоррект. R2= ---- F(4,57)=,95872 p<,43723 Станд. ошибка оценки: 18,066					
	БЕТА	Ст.Ош. БЕТА	B	Ст.Ош. B	t(57)	p-знач.
Св.член			18,66072	12,04182	1,54966	0,126758
Пер2	-0,066747	0,200010	-0,10453	0,31323	-0,33372	0,739819
Пер3	0,256139	0,202987	0,48418	0,38371	1,26185	0,212143
Пер4	0,205671	0,276585	0,35071	0,47164	0,74361	0,460169
Пер5	-0,240327	0,231085	-0,44776	0,43055	-1,03999	0,302734

Результаты множ. регрессии			
Зав.перем.: Пер1	Множест. R = ,25107241	F = ,9587173	
	R2= ,06303735	сс = 4,57	
Число набл.: 62	Скоррект. R2= -,00271441	p = ,437230	
	Стандартная ошибка оценки: 18,066088136		
Св.член: 18,660722744	Ст.ошибка: 12,04182	t(57) = 1,5497	p = ,1268
Пер2 бета=-,07		Пер3 бета=,256	
Пер5 бета=-,24		Пер4 бета=,206	

Приложение М

1 Двухфакторный дисперсионный анализ гранулометрического состава почв от глубины взятия пробы срединный ТУМ (теневого склон)				
<i>Глубина взятия пробы, см</i>	<i>Счет</i>	<i>Сумма</i>	<i>Среднее</i>	<i>Дисперсия</i>
0-5	7	113,09	16,15571	98,12013
5-28	7	109,16	15,59429	110,9434
28-41	7	107,73	15,39	188,7619
41-62	7	111,13	15,87571	155,0771
62- 87	7	100	14,28571	375,7146
87-125	7	100	14,28571	65,35653
125-150	7	100	14,28571	177,342
Размеры фракций, мм				
>1	7	70,78	10,11143	6,707148
1-0,25	7	47,24	6,748571	2,589081
0,25-0,05	7	259,9	37,12857	171,5556
0,05-0,01	7	112,99	16,14143	56,02815
0,01-0,005	7	94,2	13,45714	105,9328
<0,005	7	92,1	13,15714	46,95589
<0,001	7	63,9	9,128571	59,29571

Дисперсионный анализ						
<i>Источник вариации</i>	<i>SS</i>	<i>df</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>P-Значение</i>	<i>F критическое</i>
Размеры фракции	28,20719	6	4,701199	9,063478	0,008855	2,363751
Глубина взятия пробы	4361,715	6	726,9525	9,815653	2,07E-06	2,363751
Погрешность	2666,179	36	74,06053			
Итого	7056,101	48				

Так как F-статистики (столбец «F») для факторов «Размеры фракции» и «Глубина взятия пробы» больше критического уровня F-распределения (столбец «F-критическое»), глубина взятия пробы имеет влияние на размеры фракции почвы на склоне.

2 Двухфакторный дисперсионный анализ гранулометрического состава почв от глубины взятия пробы срединный ТУМ (склон солнечной экспозиции)				
<i>Глубина взятия пробы, см</i>	<i>Счет</i>	<i>Сумма</i>	<i>Среднее</i>	<i>Дисперсия</i>
0-5	7	104,06	14,87	79,02
5-28	7	102,04	14,58	93,84
28-41	7	104,09	14,87	129,65
41-62	7	105,94	15,13	189,78
62- 87	7	112,5	16,07	223,33
87-125	7	106,72	15,25	246,82
125-150	7	128,62	18,37	241,96
Размеры фракций, мм				
>1	7	64,49	9,21	83,92
1-0,25	7	85,63	12,23	36,80
0,25-0,05	7	275,16	39,31	126,88
0,05-0,01	7	127,65	18,24	43,81
0,01-0,005	7	96,48	13,78	55,73
<0,005	7	69,34	9,91	3,96
<0,001	7	45,22	6,46	1,58

Дисперсионный анализ						
<i>Источник вариации</i>	<i>SS</i>	<i>df</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>P-Значение</i>	<i>F критическое</i>
Размеры фракции	72,65	6	12,11	9,21	0,0097	2,36
Глубина взятия пробы	5183,10	6	863,85	15,22	1,36E-08	2,363751
Погрешность	2043,34	36	56,76			
Итого	7299,095	48				

Так как F-статистики (столбец «F») для факторов «Размеры фракции» и «Глубина взятия пробы» больше критического уровня F-распределения (столбец «F-критическое»), глубина взятия пробы имеет влияние на размеры фракции почвы на склоне.

3 Двухфакторный дисперсионный анализ зависимости массы корней от высоты над уровнем моря, экспозиции и крутизны склона				
1	2	3	4	5
Высота склона, м над уровнем моря	Счет	Сумма	Среднее	Дисперсия
160	4	2390	597,5	43364,33
165	4	2235	558,75	41396,92
168	4	1988	497	47218,67
172	4	1818	454,5	44799
176	4	1597	399,25	36018,92
181	4	1297	324,25	21900,25
185	4	1182	295,5	14549,67
188	4	1059	264,75	9771,583
190	4	956	239	10218
192	4	899	224,75	7702,25
196	4	777	194,25	4356,917
199	4	717	179,25	2938,917
205	4	701	175,25	3150,25
210	4	648	162	2464,667
214	4	660	165	2570,667
219	4	641	160,25	2628,25
220	4	627	156,75	2124,917
224	4	622	155,5	2417
Экспозиция и крутизна склона				
Солнечный склон, крутизна 32 ⁰	18	3367	187,0556	6963,232
Теневой склон, крутизна 21 ⁰	18	7979	443,2778	57402,33
Теневой склон, крутизна 35 ⁰	18	4815	267,5	15801,68
Солнечный склон крутизна 18 ⁰	18	4653	258,5	23634,15

Дисперсионный анализ						
Источник вариации	SS	df	MS	F	P-Значение	F критическое
Высота над уровнем моря, м	1506412	17	88612,47	17,50207	1,31E-15	1,827147
Экспозиция и крутизна склона	640561,9	3	213520,6	42,17299	7,57E-14	2,786229
Погрешность	258211,6	51	5062,972			
Итого	2405186	71				

Так как F-статистики (столбец «F») для факторов «Высота над уровнем моря» и «Экспозиция и крутизна склона» больше критического уровня F-распределения

(столбец «F-критическое»), данные факторы имеют влияние на массу корней растений на склоне.

4 Однофакторный дисперсионный анализ зависимости массы травы от протяженности склона				
ИТОГИ				
<i>Группы</i>	<i>Счет</i>	<i>Сумма</i>	<i>Среднее</i>	<i>Дисперсия</i>
Протяженность склона, м	18	1837	102,0556	4092,056
Масса сухой травы, г/м ²	18	4689	260,5	6797,088

Дисперсионный анализ						
<i>Источник вариации</i>	<i>SS</i>	<i>df</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>P-Значение</i>	<i>F критическое</i>
Между группами	225941,8	1	225941,8	41,49854	2,31E-07	4,130018
Внутри групп	185115,4	34	5444,572			
Итого	411057,2	35				

Так как F-статистики (столбец «F») для факторов «Протяженность склона» и «Масса сухой травы» больше критического уровня F-распределения (столбец «F-критическое»), протяженность склона имеет влияние на массу сухой травы на склоне.

5 Двухфакторный дисперсионный анализ зависимости массы травы от протяженности и высоты склона над уровнем моря склона				
<i>Итого</i>	<i>Счет</i>	<i>Сумма</i>	<i>Среднее</i>	<i>Дисперсия</i>
15	4	798	199,5	17073,67
30	4	794	198,5	19280,33
45	4	552	138	4212,667
85	4	933	203,25	15212,25
100	4	1105	206,25	24318,92
115	4	1176	214	55585,33
Протяженность склона, м	6	390	65	1650
Высота над уровнем моря	6	1171	195,1667	1363,767
Масса травы	6	2141	356,8333	28342,17
Масса травы	6	1656	276	7390,4

Дисперсионный анализ						
<i>Источник вариации</i>	<i>SS</i>	<i>df</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>P-Значение</i>	<i>F критическое</i>
Высота склона	65435	5	13087	10,530087	0,0239343	2,901295
Протяженность	278752,8	3	92917,61	10,8636	0,000478	3,287382
Погрешность	128296,7	15	8553,111			
Итого	472484,5	23				

Так как F-статистики (столбец «F») для факторов «Протяженность склона», «Высота склона над уровнем моря» и «Масса сухой травы» больше критического уровня F-распределения (столбец «F-критическое»), протяженность склона и высота над уровнем моря имеют влияние на массу сухой травы на склоне ($P < 0,05$)

6 Двухфакторный дисперсионный анализ содержания органического вещества в зависимости от протяженности склона и глубины профиля почвы				
<i>ИТОГИ</i>	<i>Счет</i>	<i>Сумма</i>	<i>Среднее</i>	<i>Дисперсия</i>
20	10	101,14	10,114	504,8029
30	10	109,76	10,976	514,9725
40	10	119,74	11,974	549,078
50	10	137,13	13,713	590,62
60	10	147,49	14,749	674,445
70	10	158,37	15,837	776,6352
Профили почвы, см				
0-10	6	270	45	350
10-20	6	414,4	69,06667	2,778667
0-10	6	11,53	1,921667	0,456057
10-20	6	11,21	1,868333	0,442097
0-10	6	11,45	1,908333	0,486417
10-20	6	10,91	1,818333	0,465937
0-10	6	11,28	1,88	0,47616
10-20	6	10,63	1,771667	0,431817
0-10	6	11,35	1,891667	0,546977
10-20	6	10,87	1,811667	0,533017

Дисперсионный анализ						
<i>Источник вариации</i>	<i>SS</i>	<i>df</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>P-Значение</i>	<i>F критическое</i>
Протяженность склона	250,2656	5	50,05312	11,469442	0,218656	2,422085466
Профили почвы	30962,16	9	3440,24	100,9974	7,91E-27	2,095755094
Погрешность	1532,82	45	34,06267			
Итого	32745,25	59				

Так как F-статистики (столбец «F») для факторов «Протяженность склона», «Глубины профиля почвы» и «Органическое вещество» больше критического уровня F-распределения (столбец «F-критическое»), протяженность склона и высота над уровнем моря имеют влияние на массу сухой травы на склоне ($P < 0,05$)

7 Двухфакторный дисперсионный анализ зависимости массы надземной части от высоты над уровнем моря, экспозиции и крутизны склона				
<i>Высота склона, м над уровнем моря</i>	<i>Счет</i>	<i>Сумма</i>	<i>Среднее</i>	<i>Дисперсия</i>
160	4	2461	615,25	40610,25
165	4	2304	576	43968
168	4	2036	509	48080,67
172	4	1876	469	44215,33
176	4	1658	414,5	36575
181	4	1365	341,25	21424,92
185	4	1224	306	13860,67
188	4	1113	278,25	9074,917
190	4	1013	253,25	9604,917
192	4	941	235,25	8194,25
196	4	846	211,5	4617
199	4	796	199	3748,667
205	4	775	193,75	3634,917
210	4	730	182,5	3230,333
214	4	705	176,25	3208,25
219	4	696	174	2910
220	4	698	174,5	2865
224	4	681	170,25	2900,25
Экспозиция и крутизна склона				
Солнечный склон, крутизна 32 ⁰	18	3520	195,5556	7787,203
Теневой склон, крутизна 21 ⁰	18	8205	455,8333	58286,62
Теневой склон, крутизна 35 ⁰	18	5306	294,7778	14111,24
Солнечный склон крутизна 18 ⁰	18	4887	271,5	23650,5

Дисперсионный анализ						
<i>Источник вариации</i>	<i>SS</i>	<i>df</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>P-Значение</i>	<i>F критическое</i>
Высота над уровнем моря, м	1504210	17	88482,91	17,29009	1,69E-15	1,827147
Экспозиция и крутизна склона	647174,9	3	215725	42,15396	7,63E-14	2,786229
Погрешность	260995,1	51	5117,55			
Итого	2412380	71				

8 Двухфакторный дисперсионный анализ влияния высоты склона на линейный рост Сосны обыкновенной (склон теневой, крутизна 32⁰)				
<i>Высота склона над уровнем моря, м</i>	<i>Счет</i>	<i>Сумма</i>	<i>Среднее</i>	<i>Дисперсия</i>
65-70	16	583,3	36,5	309,6
70-75	16	509,3	31,8	261,1
75-80	16	620,3	38,8	517,2
80-85	16	458,3	28,6	383,6
85-90	16	376,3	23,5	104,9
95-100	16	450,0	28,1	223,5
105-110	16	474,3	29,6	398,5
110-115	16	553,0	34,6	206,3
115-120	16	535,7	33,5	139,5
120-125	16	464,7	29,0	198,3
125-130	16	473,3	29,6	101,7
130-135	16	519,3	32,5	230,3
135-140	16	729,7	45,6	293,6
140-145	16	574,0	35,9	352,3
145-150	16	334,0	20,9	164,4
150-155	16	481,0	30,1	178,6
155-160	16	488,0	30,5	194,4
160-165	16	404,3	25,3	205,3
165-170	16	403,0	25,2	257,4
Прирост по годам				
1 год	19	238,0	12,5	56,2
2 год	19	395,0	20,8	66,8
3 год	19	656,0	34,5	94,6
4 год	19	429,7	22,6	61,5
5 год	19	470,0	24,7	172,1
6 год	19	618,0	32,5	182,4
7 год	19	926,0	48,7	196,4
8 год	19	477,3	25,1	170,6
9 год	19	541,0	28,5	165,7
10 год	19	575,0	30,3	195,3
11 год	19	863,0	45,4	309,6
12 год	19	559,0	29,4	193,4
13 год	19	623,0	32,8	244,1
14 год	19	853,0	44,9	353,8
15 год	19	573,0	30,2	299,6
16 год	19	635,0	33,4	288,2

Дисперсионный анализ						
<i>Источник вариации</i>	<i>SS</i>	<i>df</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>P-Значение</i>	<i>F критическое</i>
Возраст	9544,74	18	530,264	3,156	2,57E-05	1,642
Высота склона	25444,71	15	1696,314	10,097	4,93E-19	1,703
Погрешность	45357,88	270	167,992			

Итого	80347,35	303			
-------	----------	-----	--	--	--

Так как F-статистики (столбец «F») для факторов «Высота склона» и «Возраст» больше критического уровня F-распределения (столбец «F-критическое»), высота склона имеет влияние на годичный прирост деревьев на склоне.

9 Двухфакторный дисперсионный анализ зависимости линейного прироста Сосны обыкновенной от протяженности и крутизны склона по экспозициям				
<i>Годы</i>	<i>Счет</i>	<i>Сумма</i>	<i>Среднее</i>	<i>Дисперсия</i>
1	4	19	4,8	0,9
2	4	36	9,0	3,3
3	4	54	13,5	7,8
4	4	80	20,0	4,8
5	4	93	23,3	7,4
6	4	108	27,0	6,2
7	4	125	31,3	6,3
8	4	141,6	35,4	11,6
9	4	158	39,5	25,5
10	4	169	42,3	51,6
11	4	178	44,5	69,7
12	4	185	46,3	84,3
13	4	190	47,5	107,2
14	4	198,5	49,6	120,2
15	4	202,5	50,6	113,1
16	4	212,5	53,1	158,6
17	4	217	54,3	182,4
19	4	220,5	55,1	193,9
19	4	223,5	55,9	208,1
20	4	227	56,8	210,4
21	4	229,5	57,4	217,7
22	4	233	58,3	220,3
23	4	235,5	58,9	227,7
24	4	238,4	59,6	233,6
25	4	241	60,3	240,8
26	4	244	61,0	235,3
27	4	247,5	61,9	227,9
28	4	250,5	62,6	232,7
29	4	252,5	63,1	232,7
30	4	255	63,8	240,4
31	4	257,65	64,4	247,8
32	4	260	65,0	246,2
33	4	262,2	65,6	255,9
34	4	263,9	66,0	257,8
35	4	265,6	66,4	259,7
36	4	267,7	66,9	270,3
37	4	273,4	68,4	248,0

Экспозиция и крутизна склона				
Теневой склон крутизна 19 ⁰	37	2425,4	65,6	703,1
Солнечный склон крутизна 16 ⁰	37	1635,15	44,2	189,0
Солнечный склон крутизна 27 ⁰	37	1606,8	43,4	229,3
Солнечный склон, крутизна 18 ⁰	37	1648,1	44,5	229,3

Дисперсионный анализ						
<i>Источник вариации</i>	<i>SS</i>	<i>df</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>P-Значение</i>	<i>F критическое</i>
Рост линейный	44466,55	36	1235,182	32,09524	4,89E-43	1,52645
Экспозиция и крутизна склона	12847,79	3	4282,598	111,28	6,65E-33	2,688691
Погрешность	4156,368	108	38,48489			
Итого	61470,71	147				

Так как F-статистики (столбец «F») для факторов «Рост» и «Экспозиция и крутизна склона» больше критического уровня F-распределения (столбец «F-критическое»), экспозиция и крутизна склона имеет влияние на рост деревьев на склоне

10 Двухфакторный дисперсионный анализ зависимости коэффициента прироста Ели европейской от протяженности и крутизны склона по экспозициям (Приволжский район)

<i>Протяженность склона</i>	<i>Счет</i>	<i>Сумма</i>	<i>Среднее</i>	<i>Дисперсия</i>
5-10	6	79,19	13,20	9,35
10-15	6	81,48	13,58	2,06
15-20	6	83,8	13,97	24,70
20-25	6	84,89	14,15	50,47
25-30	6	86,53	14,42	13,23
30-35	6	90,13	15,02	12,50
35-40	6	93,68	15,61	0,42
40-45	6	99,59	16,60	45,11
45-50	6	105,03	17,51	178,29
50-55	6	105,15	17,53	25,00
55-60	6	106,52	17,75	121,93
60-65	6	110,33	18,39	51,98
65-70	6	117,37	19,56	82,55
70-75	6	121,45	20,24	53,72
75-80	6	123,73	20,62	49,28
80-85	6	124,2	20,70	27,16

85-90	6	124,76	20,79	162,67
90-95	6	127,97	21,33	69,07
95-100	6	128,59	21,43	59,35
100-105	6	129,22	21,54	190,36
105-110	6	135,58	22,60	142,46
110	6	136,24	22,71	118,16
115	6	146,16	24,36	103,70
115-120	6	149,34	24,89	329,33
Экспозиция склона				
Теневой, крутизна 8 ⁰	24	604,93	25,21	195,15
Теневой, крутизна 12 ⁰	24	508,72	21,20	105,98
Солнечный, крутизна 19 ⁰	24	365,73	15,24	30,88
Солнечный, крутизна 22 ⁰	24	317,33	13,22	41,82
Солнечный, крутизна 14 ⁰	24	449,17	18,72	12,76
Теневой, крутизна 8 ⁰	24	445,05	18,54	12,15

Дисперсионный анализ						
<i>Источник вариации</i>	<i>SS</i>	<i>df</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>P-Значение</i>	<i>F критическое</i>
Протяженность склона	1730,29	23	75,23	10,163	0,0293154	1,624
Экспозиция и крутизна	2173,57	5	434,71	6,719	1,58E-05	2,293
Погрешность	7440,75	115	64,70			
Итого	11344,6	143				

Так как F-статистики (столбец «F») для факторов «Коэффициент прироста» и «Экспозиция и крутизна склона» больше критического уровня F-распределения (столбец «F-критическое»), экспозиция и крутизна склона имеет влияние на коэффициент роста деревьев на склоне ($P < 0,05$).

11 Двухфакторный дисперсионный анализ зависимости коэффициента прироста Ели европейской от протяженности и крутизны склона по экспозициям (Центральный район)				
<i>Протяженность склона, м</i>	<i>Счет</i>	<i>Сумма</i>	<i>Среднее</i>	<i>Дисперсия</i>
5-10	6	96,23	16,04	23,74
10-15	6	96,74	16,12	83,44
15-20	6	100,96	16,83	58,17
20-25	6	102,21	17,04	64,90
25-30	6	108,72	18,12	150,41
30-35	6	116,75	19,46	102,26
35-40	6	116,95	19,49	96,10
40-45	6	118,92	19,82	89,96
45-50	6	120,23	20,04	52,19
50-55	6	120,84	20,14	36,79
55-60	6	120,87	20,15	106,33
60-65	6	121,55	20,26	81,97

65-70	6	123,53	20,59	113,91
70-75	6	129,15	21,53	111,15
75-80	6	129,55	21,59	200,06
80-85	6	129,74	21,62	92,68
85-90	6	137,66	22,94	139,17
90-95	6	139,98	23,33	115,61
95-100	6	140,27	23,38	157,34
100-105	6	143,1	23,85	196,42
105-110	6	148,39	24,73	251,51
110	6	152,04	25,34	132,96
115	6	156,66	26,11	282,92
115-120	6	164,47	27,41	96,79
Экспозиция и крутизна				
Теневой, крутизна 8 ⁰	24	899,85	37,49	83,85
Теневой, крутизна, 12 ⁰	24	572,83	23,87	40,83
Солнечный, крутизна 19 ⁰	24	261,61	10,90	27,15
Солнечный, крутизна 22 ⁰	24	292,25	12,18	25,09
Солнечный, крутизна 14 ⁰	24	506,64	21,11	10,44
Теневой, крутизна 8 ⁰	24	502,33	20,93	7,36

Дисперсионный анализ						
<i>Источник вариации</i>	<i>SS</i>	<i>df</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>P-Значение</i>	<i>F критическое</i>
Протяженность склона	1336,91 6	23	58,1267 9	2,12776 3	0,004803	1,623598
Крутизна	11042,2 3	5	2208,44 5	80,8413 5	5,35E-36	2,293205
Погрешность	3141,6	11 5	27,3182 6			
Итого	15520,7 4	14 3				

Так как F-статистики (столбец «F») для факторов «Коэффициент прироста» и «крутизна склона» больше критического уровня F-распределения (столбец «F-критическое»), экспозиция и крутизна склона имеет влияние на коэффициент прироста деревьев на склоне ($P < 0,05$).

12 Двухфакторный дисперсионный анализ зависимости радиального роста Ели европейской от протяженности и крутизны склона по экспозициям (Цивиль – Кубнинский район)

<i>Протяженность склона, м</i>	<i>Счет</i>	<i>Сумма</i>	<i>Среднее</i>	<i>Дисперсия</i>
5-10	4	18	4,5	1,67
10-15	4	19	4,8	0,92
15-20	4	20	5,0	3,33
20-25	4	22	5,5	3,67

25-30	4	23	5,8	10,25
30-35	4	23	5,8	10,25
35-40	4	27	6,8	6,25
40-45	4	27	6,8	4,92
45-50	4	27	6,8	4,25
50-55	4	28	7,0	3,33
55-60	4	29	7,3	28,92
60-65	4	30	7,5	1,67
65-70	4	30	7,5	3,67
70-75	4	31	7,8	4,92
75-80	4	32	8,0	12,67
80-85	4	32	8,0	10,00
85-90	4	33	8,3	11,58
90-95	4	35	8,8	7,58
95-100	4	36	9,0	8,67
100-105	4	36	9,0	8,67
105-110	4	37	9,3	10,92
110	4	39	9,8	10,92
115	4	39	9,8	9,58
115-120	4	42	10,5	11,00
Крутизна				
Солнечный, крутизна 19 ⁰	24	121	5,0	1,69
Солнечный, крутизна 12 ⁰	24	144	6,0	3,04
Теневой, крутизна 24 ⁰	24	201	8,4	7,29
Теневой, крутизна 15 ⁰	24	249	10,4	5,8

Дисперсионный анализ						
Источник вариации	SS	df	MS	F	P-Значение	F критическое
Протяженность	256,9896	23	11,17346	5,031817	9,03E-08	1,686897
Крутизна	415,5313	3	138,5104	62,3763	1,28E-19	2,737492
Погрешность	153,2188	69	2,220562			
Итого	825,7396	95				

Так как F-статистики (столбец «F») для факторов «Радиальный прироста» и «Протяженность и крутизна склона» больше критического уровня F-распределения (столбец «F-критическое»), крутизна склона имеет влияние на радиальный прирост Ели европейской на склоне ($P < 0,05$).

Патенты на изобретения

РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ



ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ,
ПАТЕНТАМ И ТОВАРНЫМ ЗНАКАМ

(19) **RU** ⁽¹¹⁾ **2 336 679** ⁽¹³⁾ **C1**

(51) МПК
A01B 1/00 (2006.01)
A01B 1/02 (2006.01)

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(21), (22) Заявка: 2007110002/12, 19.03.2007

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
19.03.2007

(45) Опубликовано: 27.10.2008 Бюл. № 30

(56) Список документов, цитированных в отчете о
поиске: SU 1517769 А, 30.10.1989. SU 884593 А,
05.12.1981. SU 1794324 А1, 15.02.1993. US
3346294 А, 10.10.1967. GB 1261033 А, 19.01.1972.

Адрес для переписки:
428018, г.Чебоксары, ул. Красина, 12, кв.59,
А.Г. Васильеву

(72) Автор(ы):

Васильев Анистрад Григорьевич (RU),
Степанов Виталий Димитриевич (RU),
Автономов Алексей Николаевич (RU),
Васильев Павел Анистрадович (RU)

(73) Патентообладатель(и):

Васильев Анистрад Григорьевич (RU)

(54) УСТРОЙСТВО ДЛЯ ОБРЕЗКИ СТЕРЖНЕВОГО КОРНЯ СЕЯНЦЕВ

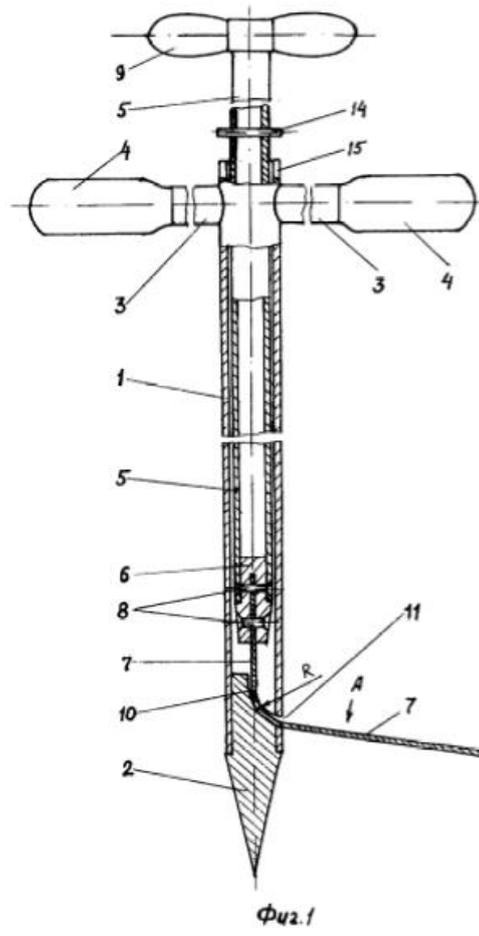
(57) Реферат:

Устройство для обрезки стержневого корня
сеянцев содержит корпус, рукоятку и нож. Корпус
выполнен в виде отрезка трубы с конусным
наконечником и с рукоятками на крестовине в
верхней части и щелевым окном в нижней части. В

корпус сверху входит полый шток с наконечником, в
котором закреплен пружинный нож в виде полотна,
и ручкой. Конструкция позволит стимулировать
рост мощных боковых корней без разрушения
почвы около корней. 2 з.п. ф-лы, 3 ил.

RU 2 3 3 6 6 7 9 C 1

RU 2 3 3 6 6 7 9 C 1



RU 2336679 C1

RU 2336679 C1

RUSSIAN FEDERATION



FEDERAL SERVICE
FOR INTELLECTUAL PROPERTY,
PATENTS AND TRADEMARKS

(19) **RU** ⁽¹¹⁾ **2 336 679** ⁽¹³⁾ **C1**

(51) Int. Cl.

A01B 1/00 (2006.01)

A01B 1/02 (2006.01)

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

(21), (22) Application: 2007110002/12, 19.03.2007

(24) Effective date for property rights: 19.03.2007

(45) Date of publication: 27.10.2008 Bull. 30

Mail address:

428018, g.Cheboksary, ul. Krasina, 12, kv.59,
A.G. Vasil'evu

(72) Inventor(s):

Vasil'ev Anistrad Grigor'evich (RU),
Stepanov Vitalij Dimitrievich (RU),
Avtonomov Aleksej Nikolaevich (RU),
Vasil'ev Pavel Anistradovich (RU)

(73) Proprietor(s):

Vasil'ev Anistrad Grigor'evich (RU)

(54) **SEEDLING MAIN ROOT CUTTER**

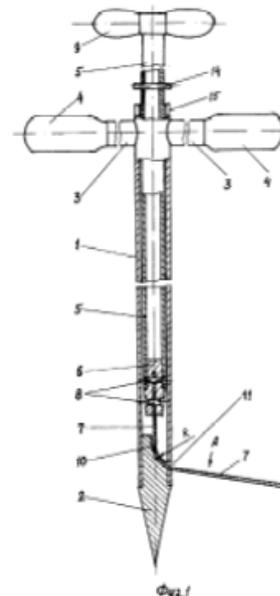
(57) Abstract:

FIELD: agriculture.

SUBSTANCE: seedling main root cutter contains casing, handle and blade. Case is tube section with axial cone and crossed handles in upper part and slot-hole window in lower part. Hollow rod is inserted from above into casing and provided with tip with spring-loaded web-like blade and handle. Design allow for stimulation of strong branch roots without surrounding soil destruction.

EFFECT: provided stimulation of strong branch roots without surrounding soil destruction.

3 d, 3 dwg



RU 2 3 3 6 6 7 9 C 1

RU 2 3 3 6 6 7 9 C 1

RU 2 336 679 C1

Изобретение относится к сельскому и лесному хозяйству, в частности к ручным орудиям для подрезания корней растений.

Известна лопата для подрезания сорняков, состоящая из рукоятки и корпуса лопатки клиновидной формы [1].

5 Известно также ручное орудие для подрезания корней растений, состоящее из ножа ромбовидной формы, стойки с заточенными частями, держателя с рукояткой, подрезающих зубьев и полоза [2].

Недостатком известных ручных орудий является то, что они предназначены для подрезания и удаления сорняков, при их применении для подрезания стержневого корня
10 сеянцев они сдвигают почву и повреждают боковые корни. При выращивании сеянцев в питомниках плодовых деревьев (яблоня, груша и др.), лесных (сосна, кедр, лиственница и др.) для их посадки без высаживания в школки они образуют глубокопроникающий стержневой корень с образованием слабых боковых корней. При выкопке их для посадки на постоянное место или продажи привитых деревьев они имеют хорошо развитую надземную
15 часть со слабой корневой системой.

Цель изобретения - обрезание стержневого корня сеянцев для стимуляции роста мощных боковых корней без разрушения почвы около корней.

Указанная цель достигается тем, что устройство имеет корпус 1 в виде отрезка трубы с конусным наконечником 2 и рукоятками 4 на крестовине 3, в который сверху входит
20 полый шток 5 с наконечником 6, в котором закреплен заклепками 8 пружинный нож 7 в виде полотна, и ручкой 9. Наконечник 2 корпуса 1 в верхней части имеет скос 10 радиусом R для направления ножа в щелевое окно 11 корпуса, которое выполнено также с радиусом R и доходит до середины диаметра корпуса, причем скос наконечника 10 совпадает с нижней кромкой щелевого отверстия 11. Полотно ножа с одной стороны имеет
25 зубья 12 пилы, с другой - заточку 13 в виде лезвия.

Сопоставительный анализ с прототипами, а также обзор литературы, патентный поиск показывают, что заявляемое устройство соответствует критериям «новизна» и «существенные отличия».

На фиг.1 изображен общий вид устройства, на фиг.2 - полотно ножа, на фиг.3 - вид
30 устройства при обрезке стержневого корня сеянца.

Устройство содержит корпус 1 в виде полого стержня с конусным наконечником 2, в верхней части крестовину 3 с рукоятками 4, в который сверху входит полый шток 5 с наконечником 6 и ножом 7, закрепленным заклепками 8. Шток выполнен длиннее корпуса и
35 вверху имеет ручку 9. Нож изготовлен из пружинного полотна и скользит по направляющей наконечника 2 корпуса 1 и выходит наружу через щелевое окно 11. Скос-направляющая наконечника 6 штока 5 и окно выполнены с радиусом R. Полотно ножа с одной стороны имеет зубья 12, с другой - заточку 13. Для фиксации корпуса и штока в определенном положении на штоке имеется штифт 14, а в верхней части корпуса - продольный паз 15.

Устройство работает следующим образом.

40 Втыкают, опираясь на рукоятки 4, устройство в почву под острым углом к сеянцу 16 на глубину 25...35 см так, чтобы наконечник 2 находился около стержневого корня 17 сеянца, при этом нож спрятан в корпусе. Затем, опираясь за ручку 9, опускают шток вниз, при этом пружинное ножевое полотно выходит из окна 7 в почву, а штифт 14 входит в паз 15. Поворотом корпуса за рукоятки 4 на некоторый угол перерезают лезвием ножа
45 стержневой корень 17. Крупные корни перерезают зубчатой стороной ножа, сдвигая нож возвратно-поступательно ручкой 9. Чтобы нож не сломался, направляющая 10 и окно 11 выполнены по радиусу R. Выход ножа ограничивается при упоре нижнего конца наконечника 6 штока 5 в верхнюю часть наконечника 2 корпуса 1. Обрезку корня желательно проводить весной, когда почва влажная и сопротивление ее проникновению
50 устройства незначительное. Отбивание лезвия ножа (наклеп) повышает остроту и износостойкость ножа.

Применение устройства повышает производительность труда, уменьшает энергозатраты (затраты мускульной силы), сохраняет существующие боковые корешки от обрыва (нет

RU 2 336 679 C1

сдвига почвы).

Источники, принятые во внимание

1. Авторское свидетельство СССР №884593, МКИ А01В 1/02. «Лопата для подрезания сорняков», 1981 г.

5 2. Авторское свидетельство СССР №1517769, МКИ А01В 1/16. «Ручное орудие для подрезания корней растений», 1989 г.

Формула изобретения

10 1. Устройство для обрезки стержневого корня сеянцев, содержащее корпус, рукоятку и нож, отличающееся тем, что, с целью обрезания стержневого корня сеянцев для стимуляции роста мощных боковых корней без разрушения почвы около корней, корпус выполнен в виде отрезка трубы с конусным наконечником и с рукоятками на крестовине в верхней части и щелевым окном в нижней части, в который сверху входит полый шток с наконечником, в котором закреплен пружинный нож в виде полотна, и ручкой.

15 2. Устройство по п.1, отличающееся тем, что наконечник корпуса в верхней части имеет скос для направления ножа в щелевое окно, достигающее до середины трубы, причем скос и щелевое отверстие закруглены с одинаковым радиусом и скос наконечника совпадает с нижней кромкой щелевого отверстия.

20 3. Устройство по п.1, отличающееся тем, что пружинное полотно ножа с одной стороны имеет зубья пилы, с другой - заточку в виде лезвия, упрочненного наклепом.

25

30

35

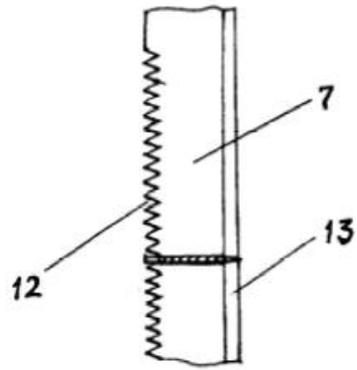
40

45

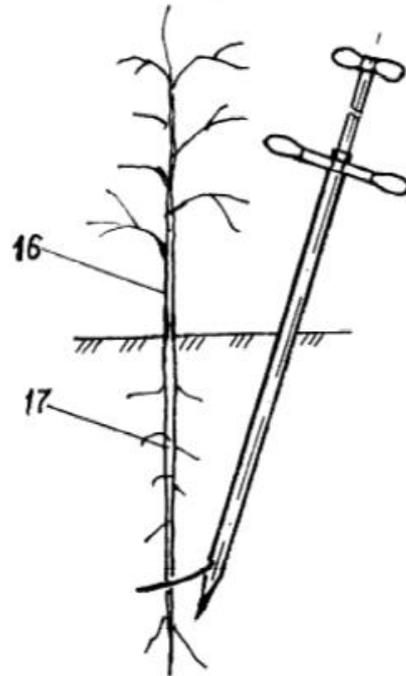
50

RU 2 336 679 C1

А
увеличено



Фиг. 2



Фиг. 3

РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ



ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ,
ПАТЕНТАМ И ТОВАРНЫМ ЗНАКАМ

(19) RU⁽¹¹⁾ 2 340 480⁽¹³⁾ C1(51) МПК
B60S 3/00 (2006.01)

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(21), (22) Заявка: 2007115794/11, 25.04.2007

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
25.04.2007

(45) Опубликовано: 10.12.2008 Бюл. № 34

(56) Список документов, цитированных в отчете о
поиске: RU 52409 U1, 01.09.2005, SU 1074944 A,
23.02.1984, US 3862467 A, 28.01.1975, GB
1097640 A, 03.01.1968, JP 9059950 A,
04.03.1997, FR 2555555 A, 31.05.1985, EP
1023867 A, 02.08.2000, US 4567623 A, 04.02.1986.Адрес для переписки:
428000, г.Чебоксары, ул. К.Маркса, 54,
А.П.Акимову

(72) Автор(ы):

Акимов Александр Петрович (RU),
Васильев Анистрад Григорьевич (RU),
Автономов Алексей Николаевич (RU),
Кирпичникова Наталья Анистрадовна (RU),
Рогожина Ольга Николаевна (RU),
Щербакова Ольга Сергеевна (RU)

(73) Патентообладатель(и):

Акимов Александр Петрович (RU)

(54) УСТРОЙСТВО ДЛЯ СБОРА И ПРЕССОВАНИЯ ОПАВШЕЙ ЛИСТЫ

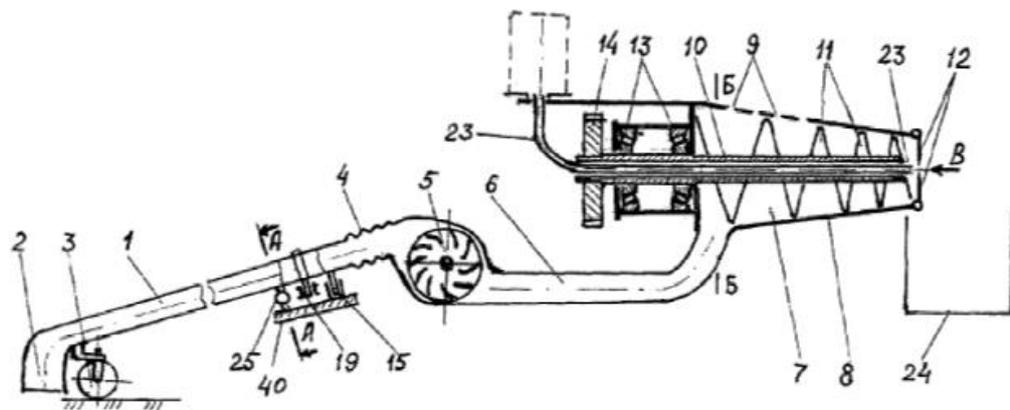
(57) Реферат:

Изобретение относится к машиностроению и предназначено для сбора и прессования опавшей листвы. Устройство состоит из листососа, имеющего хобот с оголовком, воздуховоды, вентилятор с приводом, и шнекового (винтового) пресса, имеющего конический корпус, полый вал с уменьшающимся к выходу по диаметру и шагу шнеком с приводом. Хобот совершает поперечное

колебательное движение от гидромотора с эксцентриком и шатуном, связанным с хоботом при помощи хомута с осью. Хобот опирается на самоустанавливающееся колесо, и его вес разгружен пружиной. Достигается высокопроизводительный и качественный сбор опавшей листвы и прессование ее в виде уплотненной цилиндрической массы. 4 з.л. ф-лы, 8 ил.

RU 2 340 480 C1

RU 2 340 480 C1



Фиг. 1

RUSSIAN FEDERATION



FEDERAL SERVICE
FOR INTELLECTUAL PROPERTY,
PATENTS AND TRADEMARKS

(19) **RU** ⁽¹¹⁾ **2 340 480** ⁽¹³⁾ **C1**

(51) Int. Cl.

B60S 3/00 (2006.01)(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

(21), (22) Application: 2007115794/11, 25.04.2007

(24) Effective date for property rights: 25.04.2007

(45) Date of publication: 10.12.2008 Bull. 34

Mail address:

428000, g.Cheboksary, ul. K.Marksa, 54,
A.P.Akimovu

(72) Inventor(s):

Akimov Aleksandr Petrovich (RU),
Vasil'ev Anistrad Grigor'evich (RU),
Avtonomov Aleksej Nikolaevich (RU),
Kirpichnikova Natal'ja Anistradovna (RU),
Rogozhina Ol'ga Nikolaevna (RU),
Shcherbakova Ol'ga Sergeevna (RU)

(73) Proprietor(s):

Akimov Aleksandr Petrovich (RU)

(54) **DEVICE FOR ABCISCED LEAF COLLECTION AND COMPACTION**

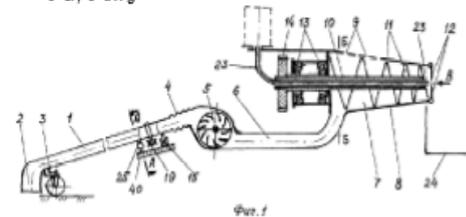
(57) Abstract:

FIELD: mechanics.

SUBSTANCE: device consists of a leaf pump comprising nose with adapter, air ducts, fan with drive and screw press with tapered casing and hollows shaft supporting screw with diameter and pitchy decreasing towards outlet. The aforesaid nose oscillates in crosswise direction from the hydraulic motor and eccentric and con-rod coupled with the aforesaid nose by a dip with a pin. The said spring-unloaded nose rests upon the self-aligning wheel.

EFFECT: high-efficiency and quality abscised leaf collection and compaction.

5 cl, 8 dwg



RU 2 340 480 C1

RU 2 340 480 C1

RU 2 340 480 C1

Изобретение относится к машиностроению и предназначено для сбора и прессования опавшей листвы.

Известен парковый пылесос самоходный Little Wonder 5621, предназначенный для сбора садового мусора, листьев, травы, содержащий воздухопровод с оголовком, вентилятор и мусоросборник, установленные на самоходном шасси [1].

Этот пылесос имеет ограниченную ширину захвата, небольшой вакуум и скорость всасывания, не прессует собранную листву.

Известна газонокосилка MTD Yard Machines 546B, используемая также для сбора листвы осенью, содержащая универсальный нож с двумя режущими плоскостями, направляющую и травосборник, установленные на ручной тележке [2].

Газонокосилка также имеет небольшую ширину захвата, не прессует собранную листву.

Известен пресс для получения кормовых брикетов, содержащий конусную камеру с расположенным в ней шнеком с уменьшающимся к выходу шагом [3].

Известно также устройство для переработки грубых кормов, содержащее корпус с загрузочным и выгрузными окнами, внутри которого расположены транспортирующий и прессующие шнеки, имеющие полые валы с приводом через шариковую муфту [4].

Эти прессы имеют сложный привод, энергоемки и не позволяют получить прессованную массу в виде цилиндра.

Цель изобретения - высокопроизводительный и качественный сбор опавшей листвы под деревьями и прессование ее в виде цилиндрической массы.

Указанная цель достигается тем, что в устройстве, объединяющем листосос, имеющий хобот с оголовком, гофрированный эластичный воздухопровод, вентилятор с приводом, а также шнековый (винтовой) пресс, имеющий конусный корпус с впускным и выпускными отверстиями, конусный шнек на пологом валу, хобот с оголовком совершает поперечное колебательное движение с постоянным шагом от шатуна и кривошипа гидромотора, опирается на самоустанавливающееся колесо, вес его разгружен пружиной, впуск потока листьев с воздухом в расширенную часть корпуса пресса выполнен тангенциальным, в корпусе выполнены отверстия для выпуска воздуха, выпускное отверстие закрыто секторными подпружиненными затворами на осях, внутри полого вала шнека (винта) установлена неподвижная трубка для подачи шпата от бобины для нанизывания цилиндрической прессованной массы листьев.

На фиг.1 схематически изображено устройство для сбора и прессования опавшей листвы, вид сбоку, на фиг.2 - то же, вид сверху, на фиг.3 - переключающее поток масла устройство - вид А-А, на фиг.4 - вид В секторных заслонок, на фиг.5 - вид секторных заслонок в открытом положении (вид сбоку), на фиг.6 - тангенциальное соединение воздухопровода и корпуса пресса, на фиг.7 - соединение рамы устройства с подвижной рамой хобота, на фиг.8 - гидравлическая схема устройства.

Устройство содержит хобот 1 с оголовком 2, опирающийся на самоцентрирующее колесо 3. Хобот при помощи гофрированного эластичного воздухопровода 4 соединен с вентилятором 5, который при помощи воздухопровода 6 подключен к шнековому прессу 7. Шнековый пресс имеет конический корпус 8 с отверстиями 9 для выпуска воздуха, на пологом валу 10 его закреплены витки конического шнека 11 с уменьшающимся к выходу шагом, корпус сзади закрыт секторными заслонками 12. Вал шнека вращается на подшипниках 13, для привода его во вращение установлено зубчатое колесо 14. Хобот установлен на оси 15 с возможностью качения с приводом от гидромотора 16, кривошипа 17 и шатуна 18 вследствие установки оси 19 головки шатуна на некотором расстоянии от оси качения. Вентилятор приводится во вращение от гидромотора 20, а шнек - от гидромотора 21 через шестерню 22. Внутри полого вала шнека установлена трубка 23 для подачи шпата. Для сбора прессованной листвы служит емкость 24. Переключающее поток масла устройство 25 при помощи П-образной рамки 26 жестко соединено с хоботом, а корпус 27 золотника соединен с платформой хобота, корпус золотника имеет по центру радиальные отверстия 28, соединенные с гидронасосом и гидромотором привода ходовой части. Золотник 29 имеет две канавки 30 и штоки 31, через пружины 32 на штоках

RU 2 340 480 C1

опирается о корпус, закрытый гайкой 33. На рамке напротив торцов штоков установлены регулировочные болты 34. Секторы 35 затвора установлены на осях 36 и поджаты специальными пружинами 37 кручения с двойной навивкой П-образной серединой и прямыми концами, причем навивки надеты на концы осей, П-образная середина опирается
 5 на корпус шнека, а концы - на сегменты затвора. Гидроцилиндр 38 шарнирно связан с основной рамой 39 и подвижной рамой 40 хобота, а подвижная рама при помощи пружины 41 растяжения связана с кронштейном 42 основной рамы. Управление работой устройства осуществляется гидрораспределителями: четырехпозиционным 43 гидроцилиндра, двухпозиционными 44 привода хобота, вентилятора и шнекового пресса, трехпозиционным
 10 45 привода гидромотора 46 ходовой части. Для подачи масла в гидромотор ходовой части, минуя переключающее масло устройство 25, служит распределитель 47. Гидронасос 48 приводится от двигателя внутреннего сгорания (на фигурах не показаны двигатель, шасси, рулевое управление, ходовая часть, сиденье и другие агрегаты самоходной листоуборочнопрессующей машины).

15 Устройство работает следующим образом.

При проезде к месту работы работает гидропривод ходовой части, т.к. переключающее поток масла устройство 25 отключен гидрораспределителем 47. Для работы гидроцилиндром 38 опускается платформа 40 хобота 1 на землю, включаются последовательно гидромоторы привода шнекового пресса 22, привода вентилятора 20,
 20 привода хобота 16 в колебательное движение относительно оси 15 и поток масла к ходовой части направляется через переключатель 25. Вентилятор 5 всасывает опавшую листву через оголовок 2, хобот 1, гофрированный эластичный воздухопровод 4 и воздухопровод 6 и подает тангенциально в приемную камеру шнекового пресса 7. Витки шнека 11 пресса уплотняют массу листьев и выталкивают, открывая секторные затворы 35 и преодолевая усилия пружин 37, наружу. Одновременно по трубопроводу 23 из бобины вытягивается шлагат по оси шнека, на этот шлагат нанизывается цилиндрическая масса листьев, которая собирается в емкости 24. На выходной конец пресса можно крепить мешки или сетки, в которые будет собираться прессованная масса листьев. Для выпуска
 25 воздуха в корпусе 8 пресса предусмотрены отверстия 9. Хобот, приближаясь к крайнему положению, рамкой 26 через регулировочные болты 34 толкает шток 31 переключателя, при этом масло направляется к гидромотору ходовой части и устройство перемещается на величину t вперед. Копирование поверхности почвы достигается самоцентрирующимся колесом 3 и уравнивающей пружиной 41. Передвижением оси головки 19 шатуна по хоботу относительно оси 15 колебания регулируется амплитуда качения оголовка хобота.
 30 Подачей потока смеси листьев и воздуха тангенциально достигается очищение выпускных отверстий 9 от прилипших листьев.

Применение устройства позволит высокопроизводительно и эффективно собирать и прессовать опавшие осенью листья.

Источники информации

- 40 1. Интернет. Сайт Rambler.ru. Парковый пылесос профессиональный самоходный Little Wonder 5621.
 2. Интернет. Сайт Стumag.ru. Бензиновая газонокосилка MTD Yard Machines 546 B.
 3. А.С. СССР №743633, МКИ А01F 15/00, А 23 N17/00, А23К 1/20. «Способ получения кормовых брикетов и устройство для его осуществления», 1980 г.
 45 4. А.С. СССР №1371607, МКИ А01F 15/00, F16D 9/00. «Устройство для переработки грубых кормов», 1988 г.

Формула изобретения

1. Устройство для сбора и прессования опавшей листвы, состоящее из листососа,
 50 имеющего хобот с оголовком, воздухопроводы, вентилятор с приводом, и шнекового (винтового) пресса, имеющего конический корпус, полый вал с уменьшающимся к выходу по диаметру и шагу шнеком с приводом, отличающийся тем, что, с целью высокопроизводительного и качественного сбора опавшей листвы и прессования ее в виде

RU 2 340 480 C1

уплотненной цилиндрической массы, хобот совершает поперечное колебательное движение от гидромотора с эксцентриком и шатуном, связанным с хоботом при помощи хомута с осью, хобот опирается на самоустанавливающееся колесо и его вес разгружен пружиной.

5 2. Устройство по п.1, отличающееся тем, что оно выполнено с возможностью движения вперед с постоянным шагом колебаний за счет периодической подачи масла в гидромотор ходовой части при помощи переключателя, содержащего неподвижный корпус с двумя радиальными соосными отверстиями, золотника с двумя канавками, на два штока которого
10 установлены пружины и подвижной П-образной рамки с регулировочными болтами, связанной с хоботом.

3. Устройство по п.1, отличающееся тем, что впуск листовоздушного потока в приемную часть корпуса шнекового пресса осуществлен тангенциально и для выпуска воздуха в
15 верхней части корпуса выполнены отверстия.

4. Устройство по п.1, отличающееся тем, что выходное отверстие пресса закрыто
15 подпружиненными секторными затворами.

5. Устройство по п.1, отличающееся тем, что выходящая из пресса уплотненная цилиндрическая масса нанизывается на шпегат, пропущенный через полый вал шнека по
20 неподвижной трубке.

20

25

30

35

40

45

50

РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ



ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ,
ПАТЕНТАМ И ТОВАРНЫМ ЗНАКАМ

(19) **RU** ⁽¹¹⁾ **2 389 177** ⁽¹³⁾ **C2**(51) МПК
A01G 23/00 (2006.01)

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(21), (22) Заявка: 2007109972/12, 19.03.2007

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
19.03.2007

(43) Дата публикации заявки: 27.09.2008

(45) Опубликовано: 20.05.2010 Бюл. № 14

(56) Список документов, цитированных в отчете о
поиске: RU 1 U1, 25.06.1994. SU 113260 A,
13.09.1958. SU 1727610 A1, 23.04.1992. SU
1090271 A, 07.05.1984. RU 2236546 C1,
20.09.2004. SU 1399208 A1, 30.05.1988. SU
1681927 A1, 07.10.1991.Адрес для переписки:
428000, г.Чебоксары, ул. К. Маркса, 54, А.П.
Акимову

(72) Автор(ы):

Акимов Александр Петрович (RU),
Васильев Анистрад Григорьевич (RU),
Васильев Павел Анистрадович (RU),
Автономов Алексей Николаевич (RU)

(73) Патентообладатель(и):

Акимов Александр Петрович (RU)

RU 2 389 177 C2

(54) КОМБИНИРОВАННЫЙ АГРЕГАТ ДЛЯ ОБЛЕСЕНИЯ КРУТЫХ ЗАДЕРНОВАННЫХ
СКЛОНОВ ОВРАГОВ И БАЛОК

(57) Реферат:

Комбинированный агрегат содержит лебедку с канатом, емкость для спуска грузов по склону, погрузчик-экскаватор с двухосным прицепом. На раме прицепа смонтированы емкости для саженцев, перегнойной земли, мульчи, герметичный бак для воды или питательного раствора с крышкой и патрубками со шлангами для создания вакуума при заправке емкости, а также избыточного давления при сливе, барабан для размотки-намотки кабеля или шлангов со штурвалом. Также на прицепе установлены с возможностью переноса ямокопатель с трубчатой рамой-рукояткой с колесиками для спуска и подъема ямокопателя, с двигателем,

редуктором, валом с наконечником и шнеком и емкость для спуска грузов по склону. Емкость для спуска грузов по склону выполнена в виде двухосной тележки с коробчатым кузовом, ось колес которой установлена на коротком плече изогнутых двух двуплечих рычагов. Длинные концы рычагов имеют возможность поворота и фиксации вертикально около торца кузова или горизонтально под кузовом. Агрегат также имеет две лебедки, которые установлены на прицепе при помощи рычажной рамки с двух разных сторон. Использование агрегата позволит повысить производительность труда и улучшить приживаемость растений. 5 з.п. ф-лы, 18 ил.

RU 2 389 177 C2

RUSSIAN FEDERATION



FEDERAL SERVICE
FOR INTELLECTUAL PROPERTY,
PATENTS AND TRADEMARKS

(19) **RU** ⁽¹¹⁾ **2 389 177** ⁽¹³⁾ **C2**(51) Int. Cl.
A01G 23/00 (2006.01)

(12) ABSTRACT OF INVENTION

(21), (22) Application: 2007109972/12, 19.03.2007

(24) Effective date for property rights:
19.03.2007

(43) Application published: 27.09.2008

(45) Date of publication: 20.05.2010 Bull. 14

Mail address:
428000, g.Cheboksary, ul. K. Marksa, 54, A.P.
Akimovu

(72) Inventor(s):

Akimov Aleksandr Petrovich (RU),
Vasil'ev Anistrad Grigor'evich (RU),
Vasil'ev Pavel Anistradovich (RU),
Avtonomov Aleksej Nikolaevich (RU)

(73) Proprietor(s):

Akimov Aleksandr Petrovich (RU)

(54) COMBINED UNIT FOR AFFORESTATION OF ABRUPT SODDED SLOPES OF RAVINES AND BEAMS

(57) Abstract:

FIELD: agriculture.

SUBSTANCE: combined unit contains winch with a rope, capacity for descent of cargoes on a slope, a loader-dredge with biaxial the trailer. The following elements are placed on a trailer frame: capacities for saplings, the humous earth, mulch, a airproof tank for water or a nutritious solvent with a cover and branch pipes with hoses for vacuum while filling the capacity, and also superfluous pressure are mounted at discharge, a drum for unwinding-winding of a cable or hoses with a steering wheel. The trailer also has portable earth borer with a tubular frame-handle with wheels for descent and lifting earth borer, with the engine, a

reducer, shaft with a tip and auger, and capacity for descent of cargoes on a slope. The capacity for descent of cargoes on a slope is executed in a kind biaxial truck with the box-shaped basket; axis of wheels is established on a short shoulder of two bent double-arm levers. The long ends of levers can be turned and fixed vertically according to the face of a basket or horizontally under a basket. The unit also has two winches that are placed on the trailer by means of a lever framework from two different sides.

EFFECT: invention makes it possible to raise labour productivity and to improve plant survival.

6 cl, 18 dwg

RU 2 3 8 9 1 7 7 C 2

RU 2 3 8 9 1 7 7 C 2

Изобретение относится к сельскому и лесному хозяйству, в частности к мобильным агрегатам для посадки семян и саженцев, и может быть использовано для посадки деревьев и кустарников на одерневших склонах балок и оврагов, имеющих крутизну до 45°.

5 Известны лесопосадочные агрегаты, состоящие из трактора и прицепной или навесной лесопосадочной машины, состоящей из рамы, сошников для вскрытия дерна и образования борозды, посадочного аппарата, заделывающего рабочего органа [1].

10 Известна также посадочная машина, агрегируемая трактором, содержащая раму, на которой установлены рабочие органы для образования посадочных ям в виде буров, вал которых приводится во вращение бесконечным тросом от гидроцилиндра, и устройство для приготовления пульпы в виде емкости с мешалкой и нагнетательным механизмом, а также контейнеры для посадочного материала. Посадка семян производится двумя сажальщиками, которые размещают в подготовленные лунки 15 семян и заделывают их пульпой, подаваемой из емкости по гибкому шлангу [2].

Основным недостатком известных лесопосадочных агрегатов является невозможность их применения на склонах крутизной больше 20° вследствие их опрокидывания.

20 Цель изобретения - качественная посадка семян и саженцев на одерневших склонах балок и оврагов крутизной до 45° без образования террас.

25 Цель достигается тем, что лесопосадочный агрегат, состоящий из погрузчика-экскаватора и двухосного прицепа, на котором смонтированы емкости для воды, перегнойной земли, мульчи, посадочного материала, ручная лебедка, барабан-лебедка и установлены переносной ямокопатель, а также тележка для спуска материалов по 30 склону, устанавливается на бровке склона балки (оврага), а вниз по склону при помощи лебедки и каната спускается ямокопатель, содержащий мотор (двигатель внутреннего сгорания (ДВС), электродвигатель, гидромотор), понижающую передачу (планетарный редуктор), вал с наконечником, шнеком с ножом и крыльцом с ножом, 35 ручку с колесиками и управляющим аппаратом (пусковым и регулирующим механизмом для ДВС, кнопочным механизмом для электропривода или гидрораспределителем); а тележка для спуска по склону перегнойной земли, мульчи, посадочного материала имеет короб, ручку, четыре колеса, причем передние колеса 40 установлены на изогнутом двуплечем рычаге с возможностью значительного увеличения дорожного просвета и уменьшения наклона тележки, а емкости для перегнойной земли и мульчи в нижней части выполнены наклонными суживающимися, и в дне их выполнено выгрузное устройство в виде спиральной пружины с ручным приводом от рукояток и открывающиеся клапаны; барабан- 45 лебедка для размотки и намотки электрического кабеля (гидрошлангов) в передней опоре и обечайке имеет отверстия для кабеля (шлангов), штурвал и храповой механизм; в дне емкости смонтирована трубопроводная сеть для перемешивания питательного раствора потоком выхлопных газов.

Сопоставительный анализ с прототипами, а также обзор литературы, патентный поиск показывают что в настоящее время нет лесопосадочных агрегатов для посадки 50 семян на склонах крутизной до 45° без подготовки террас.

Таким образом, заявляемый лесопосадочный агрегат соответствует критериям «новизна» и «существенные отличия».

На фиг.1 изображен лесопосадочный агрегат в транспортном положении; на фиг.2 - двухосный прицеп с установленным оборудованием, вид сбоку; на фиг.3 - то же, вид сверху; на фиг.4 - выгрузное устройство емкостей для перегнойной почвы и мульчи; на

фиг.5 - соединение винтовой пружины выгрузного устройства с проушиной вала; на
фиг.6 - вид А фиг.5; на фиг.7 - вид В выгрузного клапана; на фиг.8 - общий вид
барабана в разрезе для намотки и размотки кабеля (шлангов); на фиг.9 - вид С
барабана - храповое устройство; на фиг.10 - тележка для спуска по склону
5 материалов, вид сбоку; на фиг.11 - вид Д тележки; на фиг.12 - тележка на склоне в
рабочем состоянии; на фиг.13 - общий вид ямокопателя; на фиг.14 - вид сверху
ямокопателя; на фиг.15 - спуск и подъем ямокопателя по склону; на фиг.16 -
ямокопатель в работе; на фиг.17 - схема бака для приготовления питательного
10 раствора (суспензии); на фиг.18 - схема расположения труб в баке, вид сверху.

Лесопосадочный агрегат состоит из погрузчика-экскаватора 1 с грейферным
ковшом 2 и бульдозерной лопатой 3, на выхлопной трубе двигателя установлено
эжекторное устройство 4 и двухосный прицеп, на раме 5 которого смонтированы
емкость 6 для перегнойной земли, емкость 7 для мульчи, бак 8 для воды, емкости 9 для
15 семян (саженцев), барабан 10 для кабеля или шлангов, сиденья 11 для рабочих, а
также установлены передвижные ямокопатель 12, тележка 13, с обеих сторон тележки
на раме между емкостями для почвы и мульчи закреплены лебедки 14, а в задней
части - лесенка 15. В суженной части днища емкостей 6 и 7 для почвы и мульчи
20 смонтированы выгрузные устройства 16, состоящие из спиральной пружины 17, концы
которых вдеты в отверстия проушин 24 вала 19, пропущенного в направляющей 20
наклонных боковин 21 емкостей. На валах снаружи установлены ручки 22 для
привода выгрузного устройства. Вместо ручек можно устанавливать
высокомомментный низкооборотный реверсивный гидромотор. Для выгрузки почвы и
25 мульчи в обе стороны предусмотрены два выгрузных клапана 23, удерживаемые в
закрытом состоянии П-образной защелкой 24. На кронштейнах 25 рамы 5 прицепа на
рычажной рамке 26 установлены лебедки 27 с ручками 28. На барабан лебедки
наматывается канат. Лебедка справа (фиг.4) показана в транспортном, слева - в
30 рабочем положениях агрегата. Барабан 10 для электрокабеля (гидрошлангов) имеет
цилиндр-обечайку 29, задняя боковина 30 которого своей цапфой 31 вращается на
опоре 32, а передняя боковина 33 имеет центральное отверстие 34 для кабеля
(гидрошлангов), полая ступица 35 опирается на опору 36 и жестко связана с
рычагом 37 и штурвалом 38. На боковине 33 закреплено храповое колесо 39, входящее
35 в зацепление с двусторонним храповиком 40 переключения. Отверстие 41 в передней
части цилиндра-обечайки служит для вывода на поверхность барабана электрокабеля
(шлангов) 42. Тележка 13 имеет кузов 43, колеса 44, с двух сторон кузова изогнутые
двуплечие рычаги 45, поворачивающиеся на оси 46 на 90°, на коротком плече
40 двуплечих рычагов установлены колеса, а длинный конец может фиксироваться в двух
положениях с возможностью увеличить высоту установки кузова. На кузове
прикреплены П-образная трубчатая рамка 47 и скоба 48 для привязывания каната 49.
Ямокопатель 12 имеет вал 50 с центрирующим наконечником 51, шнеком 52, в нижней
части которого установлен нож 53, крыльцом 54, на лопастях которого также
45 установлены подрезающие грунт ножи 55. Для привода вала во вращение применяется
электродвигатель, гидродвигатель или ДВС 56 через планетарный редуктор 57. Для
удерживания ямокопателя в рабочем положении предусмотрена трубчатая рама-
рукоятка 58, на которой установлены колесики 59, применяемые при спуске и подъеме
ямокопателя по склону. Пульт управления 60 служит для пуска и остановки,
50 обратного вращения ямокопателя. Полозья 61 подкладываются под шнек при спуске
и подъеме. При работе ямокопатель образует посадочную яму 62, ложе 63 с
отвальным грунтом 64. На крышке 65 бака для воды 8 выполнен патрубок, а внутри

бака помещены вертикальный 66 и горизонтальный 67 распределительный трубопроводы для перемешивания питательного раствора (суспензии) выхлопными газами двигателя. Запорное устройство 68 со шлангом 69 служит для подачи воды суспензии к посадкам.

5 Лесопосадочный агрегат работает следующим образом. Погрузчиком-экскаватором 1 емкость 6 прицепа загружается мелкоизмельченной перегнойной землей, а емкость 7 - мульчей (измельченной соломой, торфом, листвой, хвоей, песком), бак 8 заполняется водой с открытого водосточника при помощи
10 эжекторного механизма 4, а емкости 9 - сеянцами (саженцами) из питомника. Бровки балок (оврагов) выполняются при помощи бульдозерной лопаты 3. Посадку начинают снизу к вершине балки. Лесопосадочный агрегат устанавливается устойчиво на бровке балки, лесенкой 15 подпирается прицеп снизу, устанавливаются лапы погрузчика-экскаватора. Затем к канату лебедки 14 привязывают ямокопатель 12,
15 который спускают вниз по склону до дна балки. Обслуживают агрегат тракторист и двое рабочих. Рабочие запускают ДВС 56 ямокопателя и, держась за трубчатые ручки 58, роют ряд посадочных ям, затем ямокопатель при помощи лебедки тракторист подтягивает вверх и устраивает следующий ряд ям, и так до самой бровки
20 балки. Канат 49 удерживает как ямокопатель, так и рабочих. При использовании в качестве привода вала ямокопателя электродвигателя трактор должен оборудоваться электрогенератором. Гидропривод ямокопателя обеспечивается насосом погрузчика-экскаватора. Смотывание и наматывание шнура электродвигателя или шлангов гидропривода осуществляется вращением штурвала 38 барабана 10, а фиксация в
25 определенном положении - храповым механизмом 39, 40. Затем к канату 49 лебедки 14 привязывают за скобу 48 тележку 13 и устанавливают под клапаном выгрузного устройства емкости 6 перегнойной земли, открывают клапан 23 и, вращая рукоятки 22 при помощи спиральной пружины 17, выгружают землю, заполняя кузов 43 тележки.
30 На кузов устанавливают также контейнер с саженцами. Вытаскивают тележку из-под прицепа, поворотом рычагов 45 приподнимают конец кузова, длинный конец рычага фиксируют под кузовом. Затем тележку при помощи лебедки с канатом спускают вниз, рабочие за трубчатую рамку 47 придерживают и направляют тележку. Рабочие берут из контейнеров саженцы, прицепляются к тележке при помощи пояса со
35 шнуром, наполняют ведра перегнойной землей и высаживают в яму саженцы, подсыпая к грунту перегной и оставляя около саженцев тарельчатое ложе, затем тележка подтягивается выше по склону, высаживается следующий ряд и так до самой бровки. Затем тележка заполняется мульчей и спускается вниз вместе со шлангом.
40 Один рабочий поливает посадки водой или питательным раствором, другой закрывает тарельчатое ложе саженцев мульчей. Питательный раствор представляет собой суспензию органического сапропеля, растворы коровяка или птичьего помета. Поднимают по склону на бровку тележку, шланг и переезжают на следующую позицию к вершине балки (оврага). Таким образом высаживают весь склон.
45 Сапропель, растворы коровяка и птичьего помета являются биостимуляторами роста растений и питательной средой. Мульчирование предохраняет почву от перегрева и высыхания, препятствует образованию почвенной корки.

Применение предлагаемого лесопосадочного агрегата позволит высадить саженцы
50 деревьев и кустарников на склонах балок и оврагов крутизной до 45°, значительно повышает качество и приживаемость посадки растений.

Источники информации

1. Лесная энциклопедия: в 2-х т. /гл. ред. Воробьев Г.И./ - М.: Сов. энциклопедия,

1985. - 563 с., 541-543 с.

2. Авторское свидетельство СССР №865175, МКИ А01С 11/04, 1981 г. «Посадочная машина».

5

Формула изобретения

1. Комбинированный агрегат для облесения крутых задернованных склонов оврагов и балок, содержащий лебедку с канатом и емкость для спуска грузов по склону, отличающийся тем, что он содержит погрузчик-экскаватор с двухосным прицепом, на раме которого смонтированы емкости для саженцев, перегнойной земли, мульчи, герметичный бак для воды или питательного раствора с крышкой и патрубками со шлангами для создания вакуума при заправке емкости, а также избыточного давления при сливе, барабан для размотки-намотки кабеля или шлангов со штурвалом и установлены с возможностью переноса ямокопатель с трубчатой рамой-рукояткой с колесиками для спуска и подъема ямокопателя, с двигателем, редуктором, валом с наконечником и шнеком и емкость для спуска грузов по склону, которая выполнена в виде двухосной тележки с коробчатым кузовом, ось колес которой установлена на коротком плече изогнутых двух двуплечих рычагов, длинные концы которых имеют возможность поворота и фиксации вертикально около торца кузова или горизонтально под кузовом, причем агрегат имеет две лебедки, которые установлены на прицепе при помощи рычажной рамки с двух разных сторон.

2. Комбинированный агрегат по п.1, отличающийся тем, что ямокопатель над шнеком имеет крылач с ножами на нижних кромках лопастей для подрезки грунта большего диаметра, чем диаметр шнека.

3. Комбинированный агрегат по п.1, отличающийся тем, что емкости для перегнойной земли и мульчи выполнены в виде прямоугольного короба с наклонными суживающимися ко дну боковинами и выгрузным устройством.

4. Комбинированный агрегат по п.3, отличающийся тем, что выгрузное устройство емкостей для перегнойной земли и мульчи выполнено в виде спиральной пружины с приводом от ручек с обоих концов, а выгрузные окна имеют клапаны на оси.

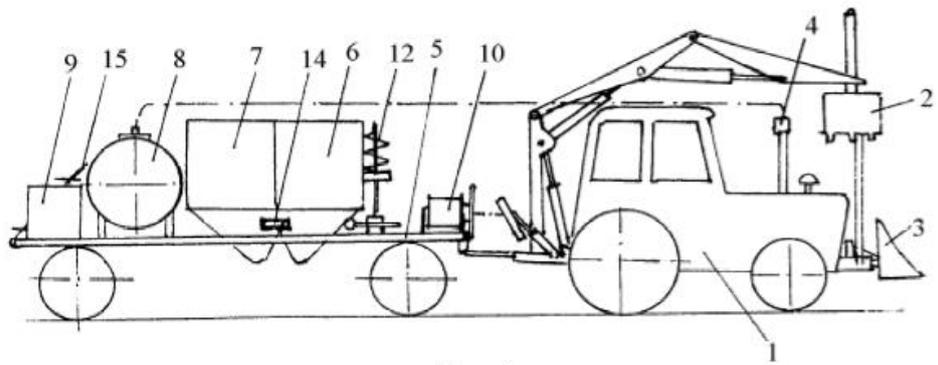
5. Комбинированный агрегат по п.1, отличающийся тем, что барабан для размотки-намотки кабеля или шлангов имеет храповой механизм, со стороны передней опоры - центральное отверстие, а в цилиндре-обечайке - радиальное отверстие.

6. Комбинированный агрегат по п.1, отличающийся тем, что в баке для воды или питательного раствора установлены вертикальный подводящий и горизонтальные распределяющие трубопроводы для перемешивания компонентов выхлопными газами, причем открытые концы распределяющих трубопроводов изогнуты под углом 90° в противоположные стороны.

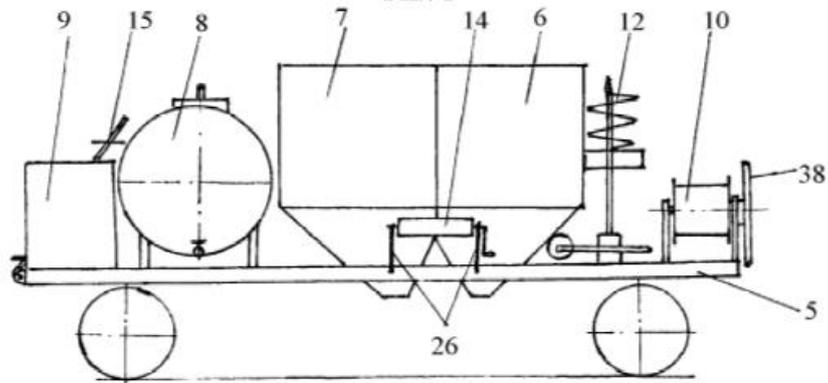
45

50

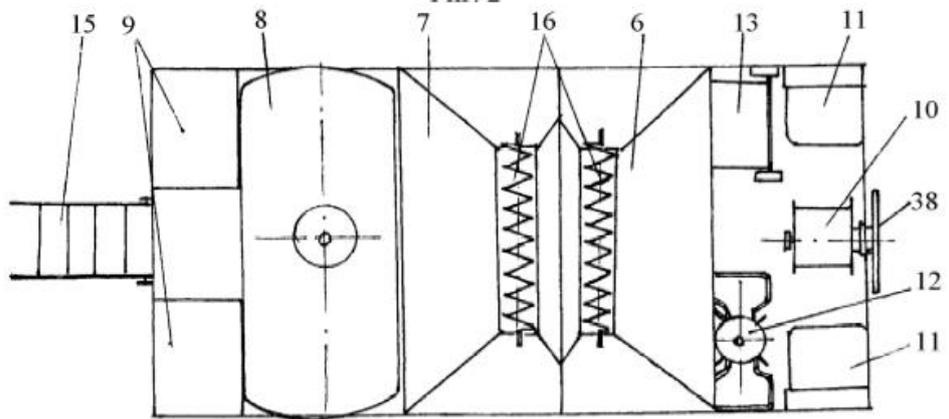
RU 2 389 177 C2



Фиг. 1

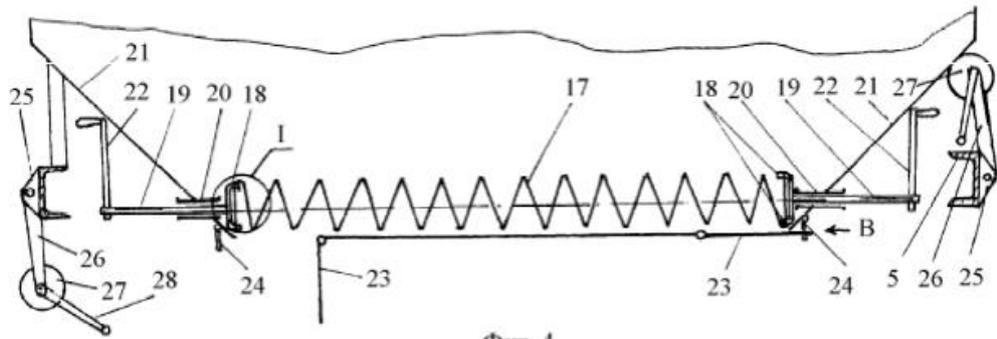


Фиг. 2

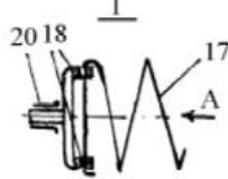


Фиг. 3

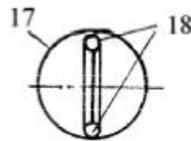
RU 2 389 177 C2



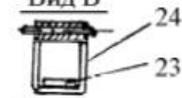
Фиг. 4



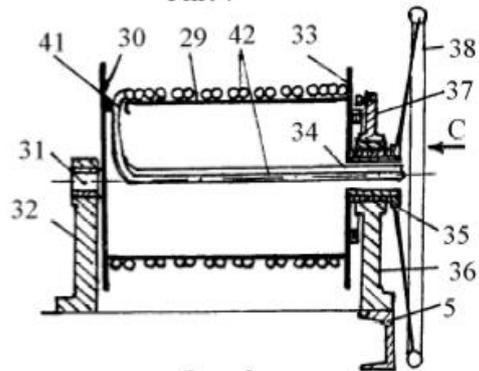
Фиг. 5
Вид А



Фиг. 6
Вид В



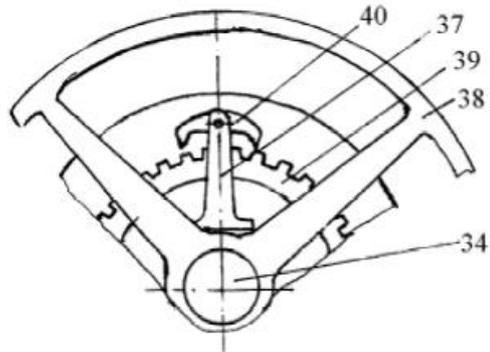
Фиг. 7



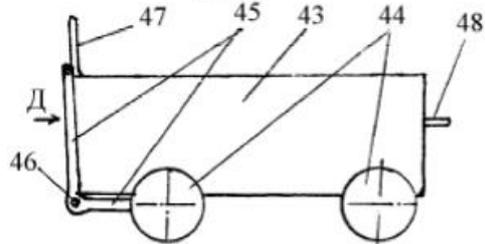
Фиг. 8

RU 2 389 177 C2

Вид С

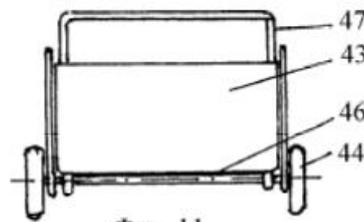


Фиг. 9

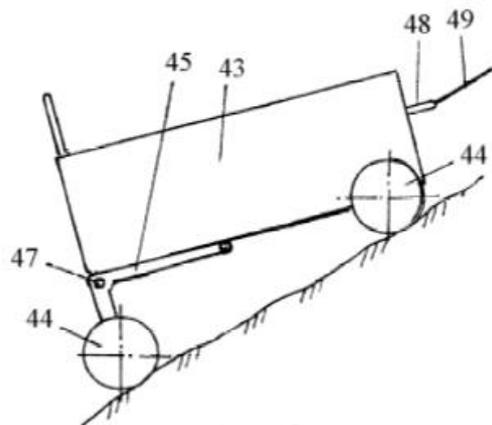


Фиг. 10

Вид Д

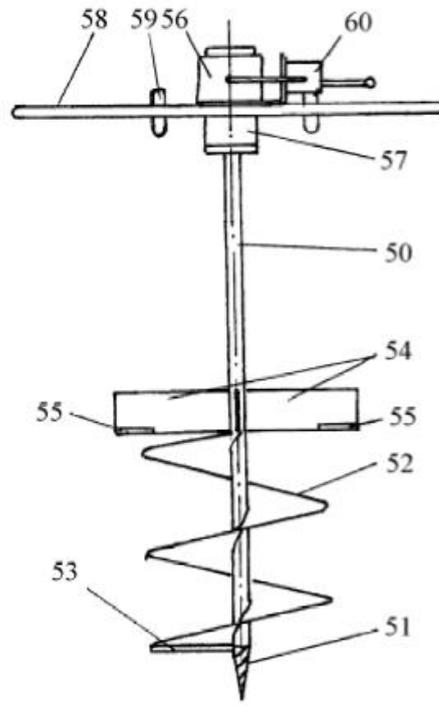


Фиг. 11

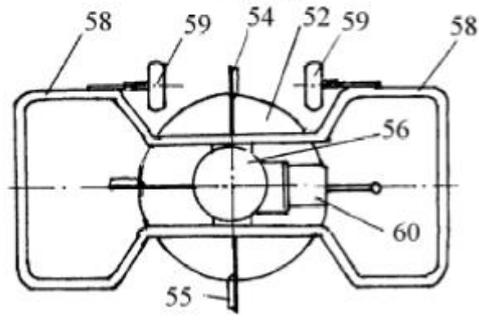


Фиг. 12

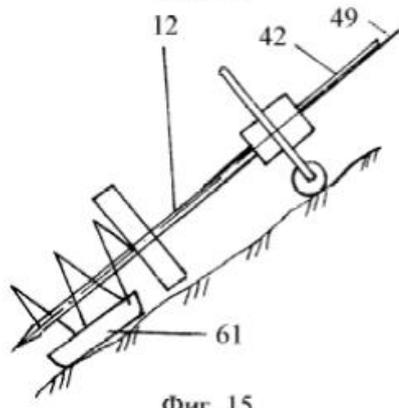
RU 2 389 177 C2



Фиг. 13

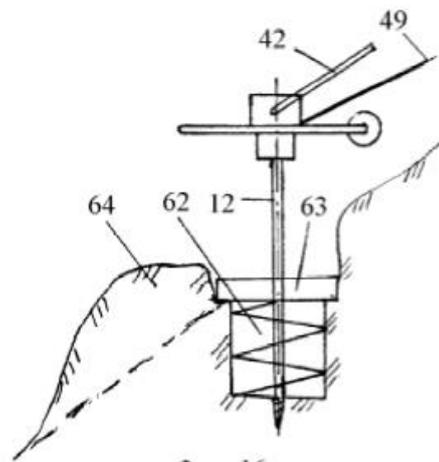


Фиг. 14

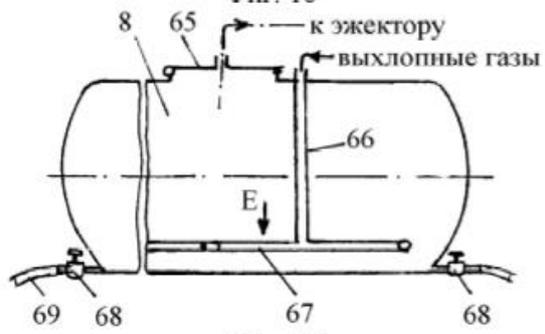


Фиг. 15

RU 2 389 177 C2

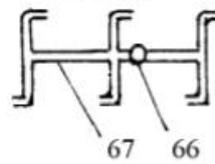


Фиг. 16



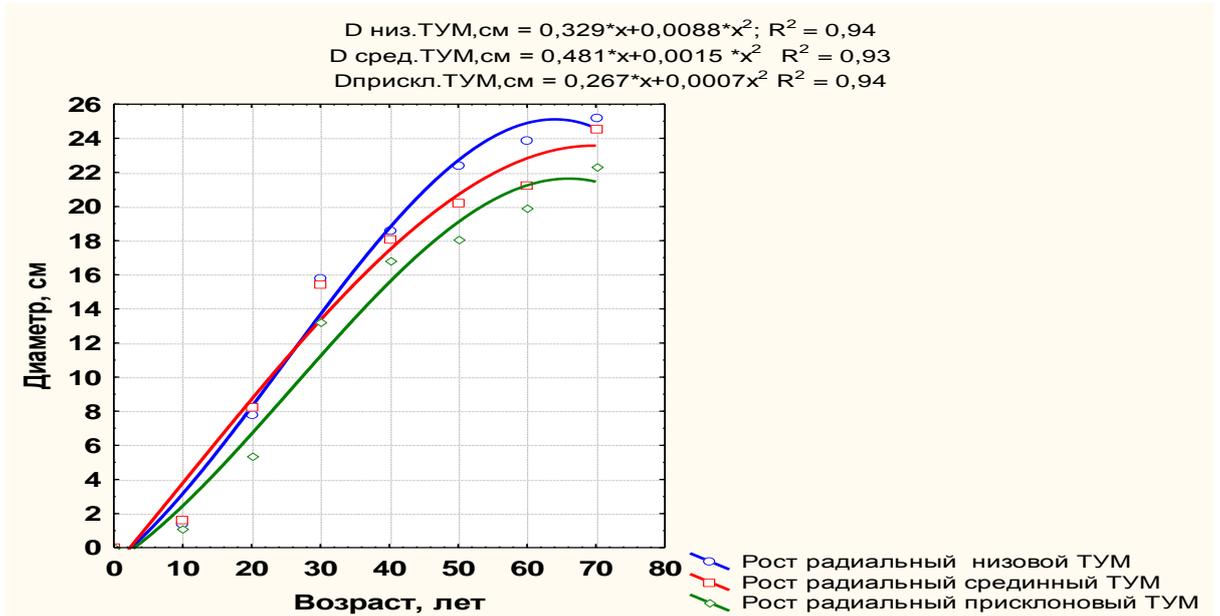
Фиг. 17

Вид E

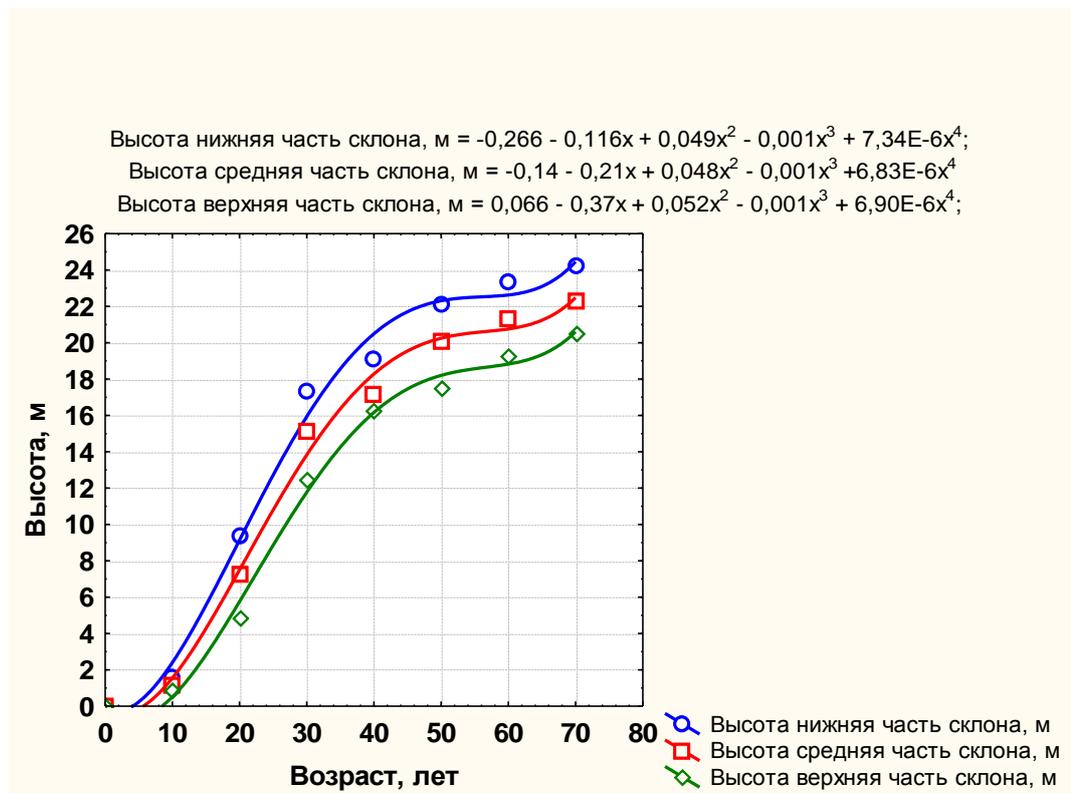


Фиг. 18

Радиальный рост Лиственницы сибирской на разных участках склона



Ход роста в высоту Лиственницы сибирской на разных участках склона





«Институт Инженерных Изысканий»

Адрес: 428003, Чувашская Республика, г.Чебоксары, ул. Афанасьева, д.14,
 кв.155, тел. 8-927-667-87-80, 8-927-667-88-72; ОГРН 1142130014840; ИНН
 2130145650; КПП 213001001; ОКПО 24354398; р/сч 40702810875000008469
 Банк получателя Чувашское отделение № 8613 ПАО Сбербанк г.Чебоксары
 БИК 049706609 Счет № 30101810300000000609
 ИНН 7707083893, КПП 213002001
 e-mail.:ininiz@yandex.ru

АКТ О ВНЕДРЕНИИ

Комиссия в составе: председатель -директор Общества с ограниченной ответственностью «Научно-производственное предприятие «Институт Инженерных Изысканий» С.В. Мاستьянов, члены комиссии: руководитель проектов ООО «НЛП Институт Инженерных Изысканий» Л.А. Александрова, начальник отдела оформления проектных материалов А.В. Алямова, составили настоящий акт о том, что в результате применения настилов из растительных остатков при создании защитных лесных насаждений на склонах Цивильского и Чебоксарского районов Чувашской республики увеличена приживаемость посадок Сосны обыкновенной на 16 % и снижены энергетические затраты на создание на 5032,5 мДж при соотношении с выращиванием насаждений без настилов. Это позволяет увеличить облесенность склонов и решает проблему созданию единого экологического каркаса по территориям сельских поселений Чебоксарского, Цивильского районов Чувашской Республики.

Директор ООО
 «Институт Инженерных Изысканий»
 Руководитель проектов
 Начальник отдела
 22.09.2019 года



С.В. Мастьянов
 Л.А. Александрова
 А.В. Алямова



УТВЕРЖДАЮ

Директор ООО «Арконпроект»

В.К. Андреев

10 2020 г.

АКТ О ВНЕДРЕНИИ

Комиссия в составе: председатель - директор ООО «Арконпроект» В.К.Андреев, члены комиссии: главный архитектор проекта ООО «Арконпроект» О.А. Алексеева, начальник отдела оформления проектных материалов Е.В.Белоусова, составили настоящий акт о том, что результаты научных исследований по разработке агротехнических приемов создания защитных лесных насаждений использованы при проектировании Генеральных планов Вешкаймского сельского поселения, Чуфаровского сельского поселения Бекетовского сельского поселения, Каргинского сельского поселения, Стемасского сельского поселения Вешкаймского района Ульяновской области. Использование настилов из растительных материалов при посадке сосны обыкновенной на склонах крутизной 15-35 градусов по подготовленным площадкам увеличило приживаемость посадок сосны на 16-20 %, сохранность - на 9,7-15,5% и снижением энергетических затрат при выращивании на 5032,5 мДж при соотношении с агротехническими приемами без применения настилов.

Использование практических рекомендаций и разработок по созданию защитных лесных насаждений на склонах оврагов позволило увеличить облесенность склоновых земель и решить проблему созданию единого экологического каркаса по территориям сельских поселений Вешкаймского района Ульяновской области.

Председатель комиссии

В.К. Андреев

Члены комиссии:

Главный архитектор проекта

О.А.Алексеева

Начальник отдела

Оформления проектных материалов

Е.В.Белоусова



УТВЕРЖДАЮ

Директор ООО «Арконпроект»

В.К. Андреев

10 2021 г.

АКТ О ВНЕДРЕНИИ

Комиссия в составе: председатель - директор ООО «Арконпроект» В.К.Андреев, члены комиссии: главный архитектор проекта ООО «Арконпроект» ОА. Алексеева, начальник отдела оформления проектных материалов Е.В.Белусова, составили настоящий акт о том, что результаты исследований защитных лесных насаждений использованы при проектировании Генеральных планов Аликовского сельского поселения, Большевыльского сельского поселения Ефремкасинского сельского поселения, Илгышевского сельского поселения, Крымзарайкинского сельского поселения Пителишевского сельского поселения, Раскильдинского сельского поселения, Таутовского сельского поселения, Тенеевского сельского поселения, Чувашеко-Сорминского сельского поселения, Шумшевашского сельского поселения Яндобинского сельского поселения Аликовского района Чувашской Республики. Использование настилов из растительных материалов при посадке сосны обыкновенной на склонах крутизной 15-35 градусов по подготовленным площадкам увеличило сохранность сосновых посадок - на 15 % и снизило энергетические затраты на 19392 мДж по соотношению с затратами на выращивание защитных насаждений по террасам. Это способствует увеличению лесистости склоновых земель и решает проблему создания единого экологического каркаса по территориям сельских поселений Аликовского района Чувашской республики.

Председатель комиссии

В.К. Андреев

Члены комиссии:

Главный архитектор проекта

О.А. Алексеева

Начальник отдела

Оформления проектных материалов

Е.В. Белусова



УТВЕРЖДАЮ

Директор ООО «Арконпроект»

В.К. Андреев

10 2021г.

АКТ О ВНЕДРЕНИИ

Комиссия в составе: председатель - директор ООО «Арконпроект» В.К.Андреев, члены комиссии: главный архитектор проекта ООО «Арконпроект» О.А. Алексева, начальник отдела оформления проектных материалов Е. В.Белоу сова, составили настоящий акт о том, что результаты научных исследований при создании защитных лесных насаждений использованы при проектировании Генеральных планов Акчикасинского сельского поселения, Атнарского сельского поселения, Большеатменского сельского поселения, Испуханского сельского поселения, Красночетайского сельского поселения, Пандиковского сельского поселения, Питеркинского сельского поселения, Староатайского сельского поселения, Хозанкинского сельского поселения, Штанашского сельского поселения Красночетайского района Чувашской Республики. Применение настилов из растительных материалов при создании защитных лесных насаждений с сосной обыкновенной на склонах крутизной 15-35 градусов по подготовленным площадкам, с добавлением питательной смеси в посадочные места, увеличило приживаемость посадок сосны на 6-20 %, сохранность - на 8-15,5%, снизило затраты при выращивании на 11 %.

Использование научных разработок по созданию защитных лесных насаждений на склонах оврагов позволили решить проблему созданию единого экологического каркаса по территориям сельских поселений Красночетайского района Чувашской Республики

Председатель комиссии

В.К. Андреев

Члены комиссии:

Главный архитектор проекта

О.А.Алексева

Начальник отдела

Оформления проектных материалов

Е.В.Белоусова