

На правах рукописи

Вечеров Владислав Вадимович

**СОСТОЯНИЕ, РОСТ И ВЛИЯНИЕ ПОЛЕЗАЩИТНЫХ ЛЕСНЫХ
НАСАЖДЕНИЙ НА МИГРАЦИЮ ^{137}Cs В ПОЧВЕННОМ ПОКРОВЕ ЮГО-ЗАПАДА
НЕЧЕРНОЗЕМЬЯ**

06.03.01 – Лесные культуры, селекция, семеноводство

Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата
сельскохозяйственных наук

Брянск – 2016

Работа выполнена в ФГБОУ ВО «Брянский государственный инженерно-технологический университет»

Научный руководитель: доктор сельскохозяйственных наук,
профессор **Маркина Зоя Николаевна**

Официальные оппоненты: доктор сельскохозяйственных наук,
профессор **Дроздов Игорь Иванович**

кандидат сельскохозяйственных наук,
доцент **Золотарева Елена Васильевна**

Ведущая организация:
ФГБОУ ВО «Брянский государственный аграрный университет»

Защита диссертации состоится «23» сентября 2016 г. в 14⁰⁰ часов на заседании диссертационного совета Д 212.019.01 Брянского государственного инженерно-технологического университета по адресу: 241037, г. Брянск, пр-т Станке Димитрова, д.3.
Тел. (4832) 74-05-74. Факс (4832) 74-60-08.
E-mail: mail@bgita.ru

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке и на официальном сайте ФГБОУ ВО «Брянский государственный инженерно-технологический университет».

Автореферат разослан « ____ » _____ 2016 г.

Учёный секретарь диссертационного совета,
кандидат сельскохозяйственных наук, доцент

Нартов Д.И.

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы. Проблема радиоактивного загрязнения территории юго-западных районов Брянской области не утратила своей важности до настоящего времени, так как состояние почвенного покрова лесных и сельскохозяйственных угодий остаётся нестабильным, сложным, и коренных изменений в сторону улучшения ещё не наступило (Воробьев и др., 1994; Марадудин и др., 2001; Прудников и др., 2007). Несмотря на то, что с момента аварии на Чернобыльской АЭС прошло 30 лет, особую актуальность приобретает решение вопросов, связанных с разработкой и внедрением действенного механизма реабилитации загрязненных территорий.

Большой практический интерес представляют исследования возможности лесоразведения полезащитных лесных полос (ПЛП) на землях сельскохозяйственного назначения с повышенным содержанием радиоактивных веществ путем чередования полезащитных лесных полос различного породного состава с незалесёнными участками. Это позволит снизить распространение радионуклидов в окружающей среде. Кроме того, полезащитные лесные полосы в Нечерноземной зоне снижают вредное воздействие холодных и метельных ветров, отепляют воздух и почву, способствуя повышению урожая и продуктивности сельскохозяйственных угодий (Альбенский, 1977; Данилов и др., 1980).

Степень разработанности темы исследований. Изучение проблемы миграции радионуклидов в лесных экосистемах и почвенном покрове различных ландшафтов отражено в трудах Р.М. Алексахина (1992), Н.И. Волковой (1993), И.И. Марадудина и др. (2001), В.А. Ипатьева и др. (2004), Н.Н. Цыбульки (2004), Н.И. Булко (2006), в полезащитных лесных полосах З.Н. Маркиной, В.И. Шошина, В.П. Тарасенко (2011).

Цель исследования – изучение и анализ состояния и роста полезащитных лесных полос на юго-западе Нечерноземья, их влияния на миграцию ^{137}Cs в почвенном покрове и разработка предложений по полезащитному лесоразведению в условиях радиоактивного загрязнения.

Задачи исследований:

- дать характеристику лесорастительных свойств почв и оценить их влияние на таксационные показатели полезащитных лесных полос;
- изучить состояние и особенности роста древесных пород полезащитных лесных полос, загрязненных ^{137}Cs ;
- оценить санитарное состояние полезащитных лесных полос в условиях радиоактивного загрязнения;
- исследовать пространственное распределение ^{137}Cs в почвенном покрове с использованием ГИС-технологий;
- установить роль видового состава древесных насаждений в интенсивности перераспределения ^{137}Cs в профиле почв.

Объекты исследования. Объектами исследования являются древесные насаждения полезащитных лесных полос на территории ГКУ Брянской области «Клинцовское лесничество» и «Злынковское лесничество», загрязненных

радиоактивными выпадениями вследствие аварии на ЧАЭС.

Научная новизна. В условиях радиоактивного загрязнения юго-запада Нечерноземья впервые изучено состояние полейзащитных лесных полос и особенности роста древесных насаждений; оценено санитарное состояние ПЛП; установлена взаимосвязь лесорастительных свойств почв и почвообразующих пород с состоянием полейзащитных насаждений; выявлена роль ПЛП в перераспределении ^{137}Cs в почвенном покрове с применением ГИС-технологий и почвенном профиле; определен видовой состав древесных пород, влияющий на интенсивность вертикальной миграции радиоцезия.

Практическая значимость работы заключается в том, что установлено влияние полейзащитных лесных насаждений на интенсивность миграции ^{137}Cs ; определен видовой состав древесных пород, влияющий на скорость вертикальной миграции радионуклида, разработана модель зависимости биометрических показателей полейзащитных лесных насаждений от лесорастительных свойств дерново-подзолистых почв.

Результаты исследований могут быть использованы при разработке предложений производству по полейзащитному лесоразведению на территориях, загрязненных радиоактивными выпадениями. Они могут быть также использованы в учебном процессе в ВУЗах и на курсах повышения квалификации.

Личный вклад автора. В ходе проведения исследований заложено 20 пробных площадей и 20 почвенных разрезов, отобрано 150 почвенных образцов, выполнено 800 анализов на определение физических и физико-химических свойств почв и ^{137}Cs , в том числе 350 лично диссертантом. Проведена разработка программно-методических положений, подбор и закладка опытных объектов, сбор, обработка, анализ экспериментального материала, формулирование выводов по результатам исследования, разработка предложений производству, подготовка докладов и статей.

Основные положения, выносимые на защиту.

1. Оценка таксационных показателей и особенности роста полейзащитных лесных насаждений, загрязненных ^{137}Cs .
2. Влияние лесорастительных свойств почв на состояние полейзащитных насаждений и оценка их санитарного состояния.
3. Взаимосвязь видов полейзащитных лесных полос, их расположения и пространственного распределения ^{137}Cs в почвенном покрове.
4. Видовой состав древесных пород, влияющий на интенсивность вертикальной миграции радиоцезия.
5. Предложения по полейзащитному лесоразведению в условиях радиоактивного загрязнения.

Обоснованность выводов и достоверность результатов исследований подтверждается большим объемом экспериментального материала, применением современных информационных и ГИС-технологий, обработкой полученных данных с использованием современных методов математической статистики, обширного анализа литературных источников.

Основные результаты исследований доложены на: научно-практической конференции БГИТА «Актуальные проблемы лесного

хозяйства и ландшафтной архитектуры» (Брянск, 2013); международной научно-практической конференции «Актуальные проблемы системы лесопользования, лесопользования, ландшафтной архитектуры» (Брянск, 2014); международной научно-практической конференции «I Европейский лесопромышленный форум молодежи» (Воронеж, 2014); международной научно-практической конференции «Актуальные проблемы системы лесопользования, лесопользования, ландшафтной архитектуры» (Брянск, 2015); ежегодных конкурсах на лучшую научную работу аспирантов, докторантов и молодых ученых по естественным, техническим и гуманитарным наукам (2013-2016).

Публикации. По материалам диссертационного исследования опубликованы 8 научных работ, в том числе 3 статьи в изданиях, рекомендованных ВАК Минобрнауки России.

Структура и объем диссертации. Диссертация изложена на 150 страницах машинописного текста, включает в себя общую характеристику работы, 6 глав, а также выводы и предложения производству. Список использованных источников информации состоит из 174 наименований, в том числе 7 на иностранном языке, приложения.

1 Состояние вопроса

В первой главе диссертации представлен анализ научной литературы, который показал, что изучена лесоводственно-экологическая роль полезащитных лесных полос и оценены их таксационные показатели (Альбенский, 1975; Николаенко, 1978; Павловский, 1984; Кулик, 1985; Загребев, 1992; Михин, 2002; Анучин, 2005; Нетребенко, 2005; Родин, 2009); описаны виды защитных насаждений, типы их конструкций и структурных особенностей (Данилов, 1980; Павловский, 1988; Тарасенко, 2002 и др.); установлены оптимальные почвенно-экологические условия при выращивании насаждений (Романов, Данилов, 1974; Чурагулова, 1974; Матгис 1976; Миронов, 1977; Вячкилев, Маслаков и др., 1980; Маслаков, 1986; Маркова, Сухорукова, 1995; Родин, Угаров, 1997; Кудряшев, 2005; Итешина, 2011; Митякова, 2012); оценена лесомелиоративная роль полезащитных лесных полос в различных ландшафтах (Высоцкий, 1932; Бодров, 1937; Сус, 1948; Арманд, 1961; Альбенский, 1971; Сажин, 1981; Павловский, 2005; Тарасенко, 2010). Проблемами современного полезащитного лесоразведения и лесомелиорации занимаются Н.Ф. Кулик и др. (2009), А.Р. Родин и др. (2009), В.И. Михин (2013).

Изучение проблем миграции радионуклидов в лесных экосистемах и почвенном покрове различных ландшафтов отражено в трудах Р.М. Алексахина и др. (1992), В.И. Шошина, З.Н. Маркиной (1997), И.И. Марадудина, И.В. Панфилова, В.А. Шубина (2001), Н.И. Булко, М.А. Шабалевой (2006), Н.П. Савушица, Н.Н. Давыдова (2011), З.Н. Маркиной и др. (2011), А.А. Касацкого (2014). Проведенный анализ литературных источников позволяет утверждать, что практически отсутствуют данные о состоянии насаждений полезащитных лесных полос, загрязненных радиоактивными выпадениями вследствие

катастрофы на ЧАЭС, о взаимосвязи роста древостоев с почвенно-экологическими условиями, их санитарном состоянии на радиоактивно загрязнённой территории. Требуется дополнительное изучение вопроса о роли лесных полос в вертикальной и горизонтальной миграции ^{137}Cs в ландшафтах.

2 Программа, методика и объекты исследований

2.1 Программа исследований

Программой исследований предусматривалось:

- оценить состояние и особенности роста древостоев полевых защитных лесных полос, загрязнённых ^{137}Cs ;
- оценить влияние лесорастительных свойств дерново-подзолистых почв на таксационные показатели древесных пород полевых защитных лесных полос;
- изучить влияние полевых защитных лесных полос на перераспределение ^{137}Cs в почвенном профиле и в структуре ландшафта;
- установить роль видового состава древесных насаждений в интенсивности перераспределения ^{137}Cs в профиле почв;
- построить модель зависимости горизонтальной миграции ^{137}Cs в структуре ландшафта с использованием ГИС-технологий.

2.2 Методика исследований

Закладка и проводимые работы на объектах исследования осуществлялись в соответствии с ГОСТ 16128-70 «Площади пробные лесоустроительные (метод закладки)» и ОСТ 56-69-83 «Площади пробные лесоустроительные. Метод закладки» (Загреев, 1991; Кишенков и др., 1996; Анучин, 2004; Верхунов, Черных, 2007). На пробных площадях по видам древесных пород выполнили сплошной перебор деревьев. С применением высотомера Suunto PM-5 измеряли высоты у 30 деревьев.

Таксационные характеристики древостоев определяли методом измерительной таксации по общепринятым методикам (Орлов, 1925; Воропанов, 1962; Анучин, 2005; Верхунов, Черных, 2007). Описание напочвенного покрова проводили глазомерным методом по шкале Друде.

Полевые почвенные исследования выполняли в соответствии с методическими разработками кафедры лесных культур и почвоведения и ОСТ 56-81-84 «Полевые исследования почвы» с фиксированием географических координат почвенных разрезов с помощью GPS-приемника. Физико-химический анализ почвенных образцов проводили в стационарных условиях стандартными методами (Петербургский, 1968; Аринушкина, 1961; ГОСТ 29269-91), определяли содержание подвижного фосфора (P_2O_5) и калия (K_2O) по А.Т. Кирсанову (ГОСТ 26207-91); обменную кислотность (рН) – потенциометрическим методом (ГОСТ 26212-91); гумус – по методу И.В. Тюрина в модификации В.Н. Симакова (ГОСТ 26213-91); гранулометрический состав – по Н.А. Качинскому; плотность сложения почвы – весовым методом из рассыпного образца. Расчет запасов элементов минерального питания осуществляли расчетными методами.

Оценка санитарного состояния полезащитных лесных полос осуществлялась по стандартной методике, в соответствии с Приказом Федерального агентства лесного хозяйства РФ (Рослесхоз) от 15.05.2015 №159. Обработка экспериментального материала осуществлялась с помощью программ «Статистика», «Корреляция», «PROBA», средств электронной таблицы Excel. Для моделирования латеральной миграции ^{137}Cs и построения цифровой модели рельефа применялись следующие ГИС: SAGA GIS, QGIS.

2.3 Объекты исследования

При проведении исследований было заложено 20 временных пробных площадей (ПП) в чистых древостоях сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.), березы повислой (*Betula pendula* Roth.), и в смешанных сосново-березовых насаждениях полезащитных лесных полос, загрязненных ^{137}Cs на территории ГКУ Брянской области «Злынковское лесничество» (Новозыбковское участковое лесничество) и ГКУ Брянской области «Клинцовское лесничество» (Ущерпское и Красногорское участковые лесничества). Плотность загрязнения (ПЗ) на пробных площадях изменяется от 4,1 Ки/км² (ПП 1) до 105,7 Ки/км² (ПП 17).

2.4 Природно-климатические условия района проведения исследований

Территория объектов исследований расположена в зоне хвойно-широколиственных (смешанных) лесов, в третьем лесорастительном районе Полесской низменности, относятся к ландшафтам водно-ледниковых суглинистых, супесчано-суглинистых, зандровых и моренно-зандровых равнин с равнинным рельефом со значительной эрозионной расчлененностью, и расположены в Перелазовском, Смотровском и Новозыбковском ландшафтах соответственно (по Пастернаку, 1966).

Климат юго-западных районов Брянской области является переходным от климата Полесья к климату центральной лесостепи. Он характеризуется преобладанием летних осадков и сравнительно умеренной континентальностью. Основным свойством климата является циклонический ход погоды, сказывающийся на протяжении всего года и вызывающий периодическую смену волн холода и тепла. Район объекта исследований согласно ГТК = 1,39 относится к зоне обеспеченного увлажнения.

Природно-климатические условия в целом благоприятны для произрастания лесной растительности. Климат Брянской области и её юго-западных районов в сочетании с оптимальными почвенно-экологическими условиями благоприятен для создания полезащитных лесных полос.

3 Характеристика объектов исследования

3.1 Краткая характеристика полезащитных лесных полос

В диссертации приведена подробная характеристика полезащитных лесных полос, которые созданы путем посадки однолетних сеянцев в дно борозды вручную под меч Колесова на землях сельскохозяйственного назначения. Трех- и четырехрядные искусственные линейные насаждения представлены чистыми сосновыми, березовыми и смешанными сосново-березовыми древостоями с разной схемой смешения ажурно-продуваемой или ажурной конструкции (таблица 1).

Таблица 1 – Краткая характеристика полезащитных лесных полос

ПП	Таксационные показатели					Технологические особенности создания лесных полос		
	Порода	Возраст, лет	Ср. диаметр, см	Ср. высота, м	Запас, м ³ /га	Схема смешения	Схема размещения, м	Конструкция лесной полосы
Клинцовское лесничество, Ущерпское участковое лесничество								
1	С	73	22,4	19,4	233	4рС	3,0×0,75	Ажурно-продуваемая
2	С Б	73	27,0 19,0	20,9 14,6	162 28	1рБ2рС1рБ	3,0×0,75	Ажурно-продуваемая
3	С	73	26,1	20,9	221	4рС	3,0×1,0	Ажурно-продуваемая
4	С Б	73	28,2 16,5	19,0 15,4	129 45	1рБ2рС1рБ	3,0×0,75	Ажурно-продуваемая
5	С Б	51	29,3 28,0	18,9 19,4	100 87	1рБ2рС1рБ	3,0×0,75	Ажурная
6	С	73	29,0	19,9	276	4рС	3,0×1,0	Ажурно-продуваемая
7	С	73	28,3	20,0	243	4рС	3,0×1,0	Ажурно-продуваемая
8	С Б	73	33,3 25,9	20,2 16,5	176 17	1рБ2рС1рБ	3,0×0,75	Ажурно-продуваемая
Клинцовское лесничество, Красногорское участковое лесничество								
9	Б	42	23,5	15,4	106	3рБ	2,5×0,5	Ажурная
10	Б	42	24,1	18,1	156	3рБ	2,5×0,5	Ажурная
11	Б	42	20,1	16,1	97	3рБ	2,5×0,5	Ажурная
12	Б	42	23,4	15,7	111	3рБ	2,5×0,5	Ажурная
Злынковское лесничество, Новозыбковское участковое лесничество								
13	С	56	28,2	17,2	196	4рС	3,0×0,75	Ажурно-продуваемая
14	С Б	49	27,3 28,0	20,3 19,1	148 64	2рБ2рС2рБ	3,0×0,75	Ажурно-продуваемая
15	С Б	49	28,6 27,6	21,0 19,4	116 87	1рБ1рС1рБ	3,0×0,75	Ажурно-продуваемая
16	С	49	25,1	19,5	280	6рС	2,0×0,75	Ажурно-продуваемая
17	Б С	59	21,8 20,8	18,2 18,3	119 32	1рБ1рС1рБ	2,5×1,0	Ажурно-продуваемая
18	С Б	50	22,6 20,8	19,1 17,6	170 56	1рБ2рС1рБ	3,0×0,5	Ажурно-продуваемая
19	Б	65	28,5	20,1	160	3рБ	2,5×1,0	Ажурная
20	С	59	29,8	19,2	239	4рС	3,0×0,5	Ажурно-продуваемая

3.2 Характеристика почвенного покрова на пробных площадях

Детальная характеристика почвенного покрова полезащитных лесных полос представлена в диссертации (Приложение А)

Изучение почвенно-грунтовых условий показало, что полезащитные лесные полосы расположены на дерново-подзолистых супесчаных и легкосуглинистых почвах разной степени оподзоленности и оглеенности, сформированных на водно-ледниковых и моренных отложениях. В обследованных полезащитных лесных полосах наиболее распространены следующие эдатопы: влажная суборь (В₃), свежая суборь (В₂), свежая сложная суборь (С₂), влажная сложная суборь (С₃).

3.3 Характеристика лесорастительных свойств дерново-подзолистых почв

3.3.1 Гранулометрический состав почв

Гранулометрический состав почв влияет на запасы и подвижность элементов минерального питания, состояние почвенного поглощающего комплекса, содержание органического вещества и, как следствие, на биологическую активность почв и запасы азота, и водно-воздушные свойства (В.Л. Татаринцев, Л.М. Татаринцев, 2013). Как отмечают С.А. Родин, А.Р. Родин (2010) лучшие условия для роста сосны при содержании физической глины в почвенном профиле 20-25 %.

В сосновых насаждениях в условиях влажной и свежей суборей наблюдается уменьшение физической глины в оподзоленном, увеличение её количества в иллювиальном горизонтах и в почвообразующей породе глинистого состава. Схожие закономерности характерны для распределения ила, что определяется развитием подзолистого процесса.

В березовых насаждениях свежих и свежих сложных суборей четкой закономерности в перераспределении физической глины по горизонтам почвенного профиля не прослеживается, что связано со свойствами почвообразующих пород. В зависимости от преобладания и соотношения песчаных и глинистых фракций наблюдается снижение физической глины в подзолистом горизонте, и увеличение в оподзоленном иллювиальном горизонте, иногда в материнской породе. Перераспределение физической глины и ила характерно для подзолистого процесса и промывного типа водного режима.

В почвах свежих суборей сосново-березовых насаждений уменьшение фракции физической глины отмечено в верхней части (22,8 %) иллювиального горизонта, ее увеличение в нижней (29,2 %) и снижение в материнской породе (10,5 %), что характерно для подзолистого процесса. В почвах свежих сложных суборей наибольшую долю занимает фракция мелкого песка практически во всех горизонтах почвенного профиля. Содержание фракции физической глины по профилю незначительно.

Таким образом, нашими исследованиями выявлено, что увеличение фракции физической глины до супесчано-суглинистого состава улучшает рост и продуктивность насаждений, а лучший рост сосны отмечается при содержании физической глины 19,2-20,4 % в почвообразующей породе.

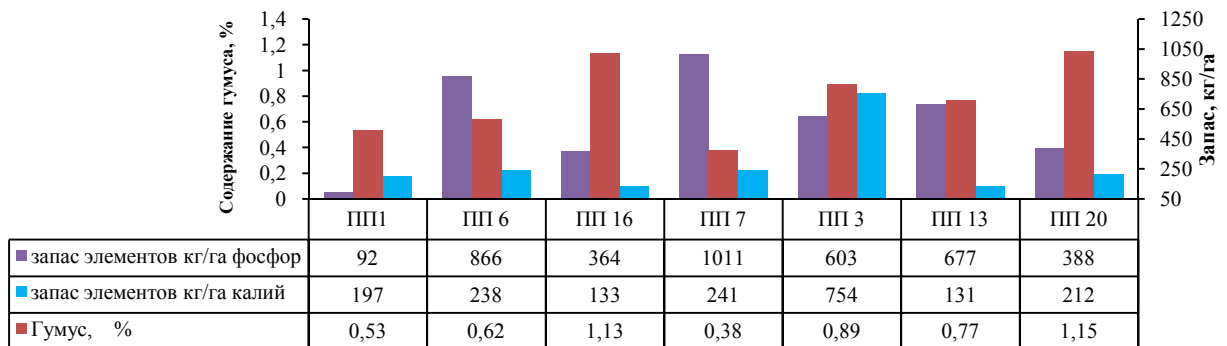
3.3.2 Физико-химические свойства почв

Для успешного роста и развития растениям необходим определённый количественный и качественный состав жизненно важных элементов питания, основными из которых являются N, P, K. Из всех элементов питания древесные породы в наибольшем количестве потребляют азот, степень снабжения которым определяет их продуктивность (Холопова, 2004).

Исследование запасов элементов питания в почвах полезащитных лесных полос показало, что обеспеченность древесных насаждений ПЛП фосфором и калием достаточная для нормального роста и развития древесных пород. Реакция почвенной среды изменяется от очень сильнокислой до среднекислой и существенного влияния на состояние насаждений не оказывает.

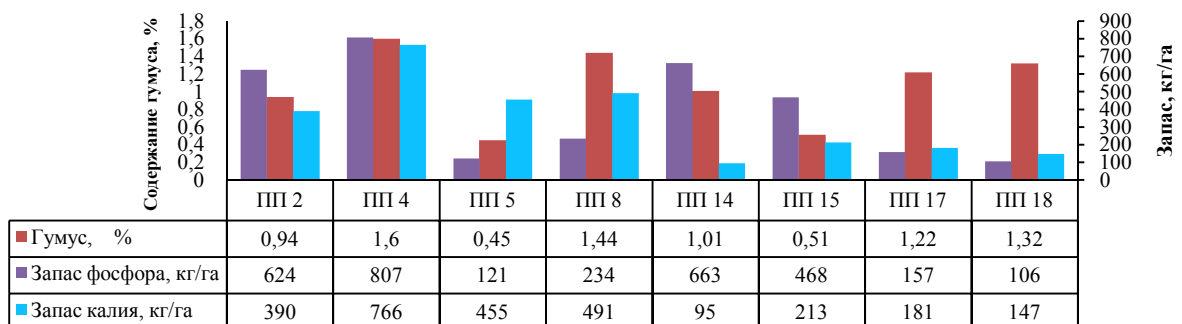
В почве сосновых насаждений (рисунок 1), сформированной на смеси моренных отложений и покровных суглинков, перекрытых мелкопесчаными отложениями, содержание гумуса изменяется от очень низкого (0,38 %) до низкого (1,15 %) в почве, сформированной на морене, что можно объяснить соотношением песчаных и глинистых фракций. Различие в содержании гумусовых веществ в слое 0-50 см влияет на продуктивность насаждений (II и I классы бонитета соответственно).

В глееватой почве сосново-березовых насаждений (рисунок 2), сформированной на моренных отложениях, перекрытых покровным суглинком, содержание гумуса изменяется от очень низкого (0,45 %) до среднего (1,60 %) в автоморфной почве, сформированной на моренных отложениях, перекрытых покровным суглинком. Наложение глеевого процесса в нижних горизонтах профиля на подзолистый не оказывает негативного влияния на продуктивность насаждений.



ПП 1 – глееватая легкосуглинистая почва на водно-ледниковых и моренных отложениях с прослойками морены; ПП 6 – супесчаная почва на смеси моренных и водно-ледниковых отложений; ПП 16 – супесчаная почва на ФГП с прослойками морены; ПП 7 – легкосуглинистая почва на смеси моренных отложений и покровных суглинков, перекрытых мелкопесчаными отложениями; ПП 3 – легкосуглинистая почва на моренных отложениях, перекрытых покровным суглинком; ПП 13 – со следами оглеения супесчаная почва на двучленных отложениях морены и ФГП; ПП 20 – легкосуглинистая почва на морене

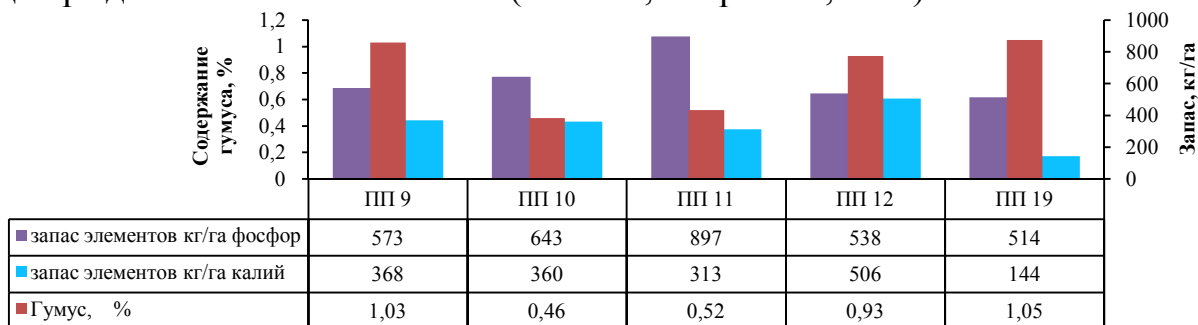
Рисунок 1 – Физико-химические свойства почв сосновых насаждений (слой 0-50 см)



ПП 2 – легкосуглинистая почва на моренных отложениях, перекрытых покровным суглинком; ПП 4 – легкосуглинистая почва на моренных отложениях, перекрытых покровным суглинком; ПП 5 – легкосуглинистая глееватая почва на моренных отложениях, перекрытых покровным суглинком; ПП 8 – легкосуглинистая со следами оглеения почва на покровном суглинке; ПП 14 – легкосуглинистая почва на ФГП с прослойками морены; ПП 15 – песчаная почва на ФГП с прослойками морены; ПП 17 – супесчаная почва на морене; ПП 18 – супесчаная почва на морене

Рисунок 2 – Физико-химические свойства почв сосново-березовых насаждений (слой 0-50 см)

В березовых насаждениях содержание гумуса в почвах (рисунок 3), сформированных на морене, изменяется от очень низкого (0,46 %) до низкого (1,05 %), но не оказывает отрицательного влияния на рост березовых древостоев. Это связано с тем, что березовые насаждения ежегодно обеспечивают возврат элементов с опадом и использование из него в зависимости от возраста до 65-90 % азота, что достаточно для их нормального роста и развития, что подтверждается I классом бонитета (Ремезов, Погребняк, 1965).



ПП 9 – супесчаная со следами оглеения почва на морене; ПП 10 – супесчаная со следами оглеения почва на опесчаненной морене; ПП 11 – легкосуглинистая со следами оглеения почва на смеси моренных и водно-ледниковых отложений; ПП 12, 19 – супесчаная почва на морене

Рисунок 3 – Физико-химические свойства почв березовых насаждений (слой 0-50 см)

Обработка результатов исследований влияния почвенно-экологических условий на биометрические показатели древесных пород (таблица 2), выполненная методом регрессионного анализа, позволила установить тесные регрессионно-корреляционные связи между ними.

Таблица 2 – Зависимость таксационных показателей ПЛП от лесорастительных свойств дерново-подзолистых почв

Слой, см	Уравнение множественной регрессии	R	R ²	F, при p<0,05	Стандартная ошибка
Сосна обыкновенная					
0-50	$D=1,2084*gl+3,7765*Hum+0,0173*P_2O_5-0,0220*K_2O$	0,98	0,96	66,05	6,36
	$H=0,8052*gl+4,1746*Hum+0,0116*P_2O_5-0,0155*K_2O$	0,97	0,95	51,13	5,17
Береза повислая					
0-50	$D=1,3787*gl+3,6076*Hum+0,0056*P_2O_5-0,0316*K_2O$	0,97	0,94	33,33	7,23
	$H=0,8749*gl+4,0051*Hum+0,0051*P_2O_5-0,0204*K_2O$	0,97	0,95	39,63	4,86

*Примечание: D - средний диаметр, см; H - средняя высота, м; gl – % содержания физической глины; Hum - % содержания гумуса; P₂O₅ - содержание обменного фосфора; K₂O - содержание обменного калия

Установлена весьма высокая (по Чеддоку) тесная связь между таксационными показателями и физико-химическими свойствами почв. Коэффициенты множественной корреляции моделей составили 0,97-0,98 (F=33,33 – 66,05, при P<0,05). Судя по коэффициенту детерминации (R²) 94-96 % изменений среднего диаметра и 95 % средней высоты обусловлены содержанием основных элементов питания и физической глины. Это указывает на то, что изменчивость средних диаметров и высот в значительной степени объясняется вариацией факторных почвенных признаков.

4 Оценка таксационных показателей древесных насаждений полезащитных лесных полос и их санитарное состояние

4.1 Таксационные показатели полеззащитных лесных полос

Согласно полученным данным (таблица 3), сосновые насаждения, сосново-березовые произрастают по I и II классам бонитета, березовые – по I классу бонитета.

Таблица 3 – Таксационная характеристика чистых полеззащитных лесных полос (на осень 2014 г.)

ПП	Возраст, лет	ТЛУ	Средние показатели		Сумма площадей сечений, м ² /га	Запас, м ³ /га	Класс бонитета	Относит. полнота
			Диаметр, см	Высота, м				
Сосновые насаждения								
1	73	B ₃	22,4	19,4	25,4	233	II	0,7
3	73	B ₂	26,1	20,9	22,4	221	II	0,6
6	73	B ₂	29,0	19,9	29,9	276	II	0,8
7	73	B ₂	28,3	20,0	26,0	243	II	0,7
13	56	B ₂	28,2	17,2	23,7	196	II	0,7
16	49	B ₂	25,1	19,5	28,3	280	I	0,8
20	59	B ₂	29,8	19,2	24,8	239	I	0,7
Березовые насаждения								
9	42	B ₂	23,5	15,4	17,9	106	I	0,7
10	42	B ₂	24,1	18,1	20,5	156	I	0,8
11	42	B ₂	20,1	16,1	15,4	97	I	0,6
12	42	B ₂	23,4	15,7	17,8	111	I	0,7
19	65	C ₂	28,5	20,1	19,3	160	I	0,7

Средняя высота сосновых насаждений изменяется незначительно, что связано с особенностями хода роста сосны в полеззащитных лесных полосах и зависит от древесной породы, типа лесорастительных условий (ТЛУ) и возраста насаждений. Запас изменяется от 196 (ПП 13) до 280 м³/га (ПП 16), что связано с возрастом насаждений и относительной полнотой древостоев.

Средняя высота и диаметр березовых насаждений в одинаковых лесорастительных условиях определяются возрастом, полнотой, что сказывается на продуктивности насаждений. Запас изменяется от 97 (ПП 11) до 160 м³/га (ПП 19). Запас березовых насаждений в одинаковых лесорастительных условиях изменяется с возрастом и определяется показателем фактической продуктивности древостоев – относительной полнотой древостоя.

Основными показателями, влияющими на высоту и диаметр сосново-березовых насаждений, являются возраст насаждений и относительная полнота древостоев. Запас изменяется от 151 (ПП 17) до 226 м³/га (ПП 18). В смешанных сосново-березовых насаждениях условия для роста и развития сосны обыкновенной более благоприятные (таблица 4).

Таким образом, таксационные показатели выше у насаждений в свежих сложных суборях, что указывает на лучшие лесорастительные условия для древесных пород по сравнению с суборями.

Таблица 4 – Таксационная характеристика смешанных поlezащитных лесных полос (на осень 2014 г.)

ПП	Состав Возраст, лет	ТЛУ	Средние показатели		Сумма площадей сечений, м ² /га	Запас, м ³ /га	Класс бони- тета	Относит. полнота
			Диаметр, см	Высота, м				
Сосново-березовые насаждения								
2	$\frac{8C2B}{73}$	B ₂	C 27,0	20,9	18,7	162	II	0,5
			B 19,0	14,6	5,5	28		0,2
					24,2	190		0,7
4	$\frac{7C3B}{73}$	B ₂	C 28,2	19,0	15,0	129	II	0,4
			B 16,5	15,4	6,0	45		0,3
					21,0	174		0,7
5	$\frac{5C5B}{51}$	B ₂	C 29,3	18,9	13,6	100	I	0,3
			B 28,0	19,4	8,5	87		0,4
					22,1	187		0,7
8	$\frac{9C1B}{73}$	B ₂	C 33,3	20,2	18,7	176	II	0,5
			B 25,9	16,5	2,8	17		0,1
					21,5	193		0,6
14	$\frac{7C3B}{49}$	C ₃	C 27,3	20,3	15,4	148	I	0,4
			B 28,0	19,1	9,3	64		0,3
					24,7	212		0,7
15	$\frac{6C4B}{49}$	C ₂	C 28,6	21,0	11,6	116	I	0,3
			B 27,6	19,4	9,5	87		0,4
					21,1	203		0,7
17	$\frac{8B2C}{59}$	C ₂	B 21,8	18,2	17,7	119	I	0,6
			C 20,8	18,3	3,6	32		0,1
					21,3	151		0,7
18	$\frac{7C3B}{50}$	C ₂	C 22,6	19,1	19,4	170	I	0,5
			B 20,8	17,6	8,7	56		0,3
					28,1	226		0,8

4.2 Санитарное состояние поlezащитных лесных полос

Санитарное состояние сосновых насаждений (рисунок 4) в целом устойчивое, так как запас отпада не превышает 5,5 %, а средний диаметр отпада не превышает 78,8 %. Средневзвешенная категория состояния (СКС) по запасу изменяется от 1,05 до 1,45, что характеризует древостои в целом как здоровые. СКС по числу стволов изменяется от 1,19 до 1,57.

Санитарное состояние березовых насаждений (рисунок 5) в целом устойчивое. Запас отпада не превышает 5,3 %, а средний диаметр отпада не превышает 74,1 %. СКС по запасу изменяется от 1,08 до 1,36, что характеризует древостои как здоровые. СКС по числу стволов варьирует от 1,20 до 1,50.

Санитарное состояние сосново-березовых насаждений (рисунок 6) в целом устойчивое. Запас отпада не превышает 4 %, а средний диаметр отпада не превышает 75 %. СКС по запасу изменяется от 1,10 до 1,34, что характеризует древостои как здоровые. СКС по числу стволов изменяется от 1,12 до 1,50.

Таким образом, обследованные древостои ПЛП в целом характеризуются как здоровые, кроме некоторых сосновых насаждений (ПП 3, ПП 6, ПП 7), что обусловлено как естественным накоплением отпада, так и антропогенным воздействием (выпас скота, незаконные рубки, сельскохозяйственные палы).

Наиболее устойчивыми с точки зрения оценки санитарного состояния являются смешанные сосново-березовые и чистые березовые насаждения полезацинтных лесных полос.

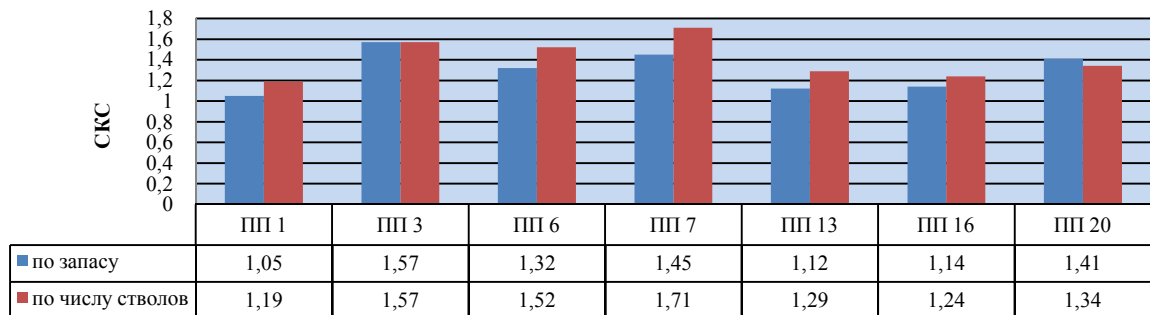


Рисунок 4 – Средневзвешенная категория состояния сосновых насаждений

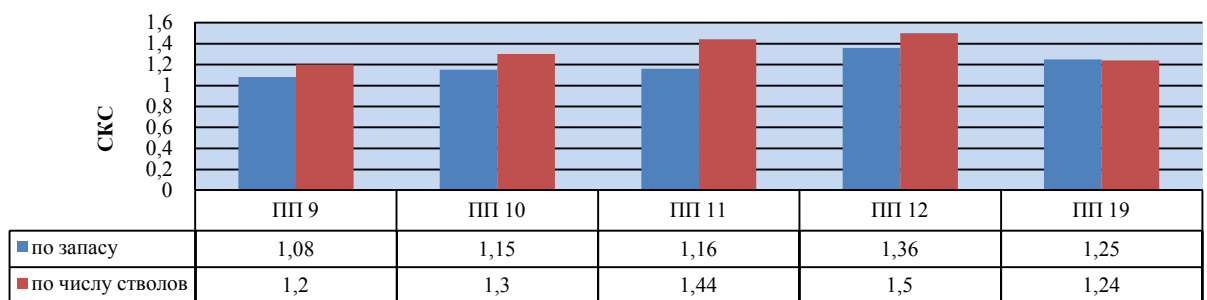


Рисунок 5 – Средневзвешенная категория состояния березовых насаждений

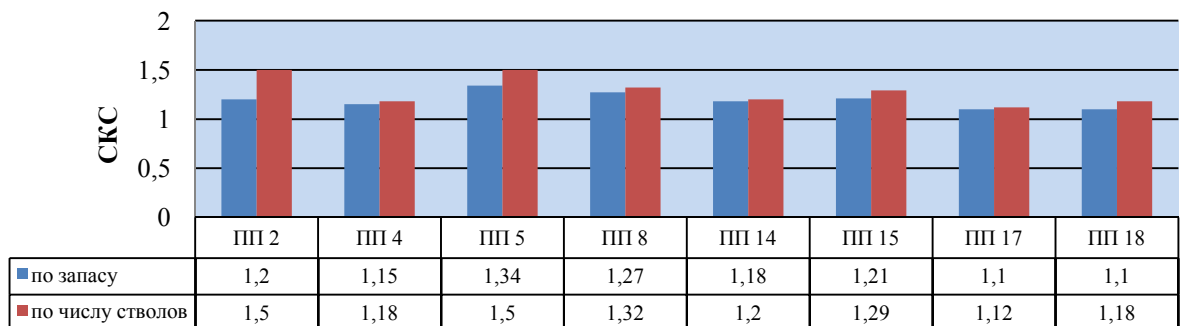


Рисунок 6 – Средневзвешенная категория состояния сосново-березовых насаждений

5 Рост и состояние полезацинтных лесных полос на дерново-подзолистых почвах в условиях радиоактивного загрязнения

5.1 Рост древесных пород полезацинтных лесных полос на различных почвообразующих породах

Влияние почвообразующих пород на рост древесных пород определяется их гранулометрическим, минералогическим и химическим составом на основании сопоставления физико-химических свойств почв с таксационными показателями насаждений на пробных площадях (таблица 5).

Таблица 5 – Биометрическая характеристика древостоев полезачитных лесных полос

ПП	Схема смешения	Порода	Схема размещения, м	Возраст, лет	Густота посадки шт./га	Средние		Класс бонитета	Запас, м ³ /га	Физическая глина, гор. С %
						Диаметр, см	Высота, м			
Сосновые насаждения										
1*	4рС	С	3×0,75	73	4440	22,4	19,4	II	233	4,7
3	4рС	С	3×1,0	73	3330	26,1	20,9	II	221	17,6
6	4рС	С	3×1,0	73	3330	29,0	19,9	II	276	8,4
13	4рС	С	3×0,75	56	4440	28,2	17,2	II	196	7,3
16	6рС	С	2×0,75	49	6670	25,1	19,5	I	280	6,7
7	4рС	С	3×1,0	73	3330	28,3	20,0	II	243	10,5
20	4рС	С	3×0,5	59	6670	29,8	19,2	I	239	31,4
Сосново-березовые насаждения										
2	1рБ2рС1рБ	С Б	3×0,75	73	4440	27,0 19,0	20,9 14,6	II	162 28	10,9
4	1рБ2рС1рБ	С Б	3×0,75	73	4440	28,2 16,5	19,0 15,4	II	129 45	10,5
8	1рБ2рС1рБ	С Б	3×0,75	73	4440	33,3 25,9	20,2 16,5	II	176 17	20,4
14	2рБ2рС2рБ	С Б	3×0,75	51	4440	27,3 28,0	20,3 19,1	I	148 64	5,2
18	1рБ2рС1рБ	С Б	3×0,5	50	6670	22,6 20,8	19,1 17,6	I	170 56	10,1
5	1рБ2рС1рБ	С Б	3×0,75	51	4440	29,3 28,0	18,9 19,4	I	100 87	19,2
15	1рБ1рС1рБ	С Б	3×0,75	49	4440	28,6 27,6	21,0 19,4	I	116 87	4,2
17	1рБ1рС1рБ	С Б	2,5×1,0	59	4000	21,8 20,8	18,2 18,3	I	119 32	20,0
Березовые насаждения										
9	3рБ	Б	2,5×0,5	42	8000	23,5	15,4	I	106	17,8
10	3рБ	Б	2,5×0,5	42	8000	24,1	18,1	I	156	19,3
11	3рБ	Б	2,5×0,5	42	8000	20,1	16,1	I	97	20,6
12	3рБ	Б	2,5×0,5	42	8000	23,2	15,7	I	111	14,2
19	4рБ	Б	2,5×1,0	65	4000	28,5	20,1	I	160	25,8

*1, 6, 11 – смесь моренных и водно-ледниковых отложений; 13, 16 – ФПП с включением моренных отложений; 7, 20 – моренные отложения, перекрытые мелкопесчаными отложениями; 2 – смесь моренных и водно-ледниковых отложений; 3, 4, 5 – моренные отложения, перекрытые покровным суглинком; 8 – покровный суглинок; 14, 15 – флювиогляциальный песок; 9, 10, 12, 17, 18, 19 – моренные отложения

Состояние и энергия роста сосны обыкновенной зависит от особенностей выращивания, что наблюдается на ПП 1 и ПП 6 в насаждениях семидесятирехлетнего возраста на одинаковых почвообразующих породах, но имеющих различную густоту посадки растений. В лесополосе с густотой 3330 шт./га, средний диаметр на 29,5 %, средняя высота – на 2,6 %, запас на 18,4 % больше, чем в насаждении с густотой создания 4440 шт./га. Таким образом, при создании ППП сосновыми насаждениями оптимальная густота посадки 3330 шт./га.

В смешанных сосново-березовых насаждениях (таблица 5) в трех- и

четырёхрядных ПЛП лучшие показатели роста сосны и березы отмечены при густоте посадки 4440 шт./га и схеме размещения 3x0,75 м.

В березовых насаждениях в возрасте 42 лет при одинаковой густоте создания лучший рост у березы выявлен на опесчаненной морене (ПП 10) по сравнению с суглинистой (таблица 5). Различия по диаметру составили до 16,6 %, по высоте от 11,0 % до 14,9 %, по запасу – 28,8 - 37,8 %. Следует отметить, что лучшие условия для роста березовых насаждений трехрядных лесных полос отмечаются на супесчаных почвах.

5.2 Рост древесных пород в зависимости от почвенных условий и плотности загрязнения почв ¹³⁷Cs

В условиях радиоактивно загрязненных юго-западных районов Брянской области насаждения имеют отличительные показатели роста в различных полевых защитных лесных полосах (таблица 6).

Таблица 6 – Биометрическая характеристика полевых защитных лесных полос

ПП	Диаметр на высоте груди, см					Высота, м				
	$M_x \pm m_{Mx}$	$\sigma_x \pm m_{\sigma x}$	$C_x, \%$	$P_x, \%$	Коэф-т сущест. различия	$M_x \pm m_{Mx}$	$\sigma_x \pm m_{\sigma x}$	$C_x, \%$	$P_x, \%$	Коэф-т сущест. различия
Сосновые насаждения										
6	28,1±0,52	7,39±0,37	26,33	1,85	9,51	21,0±0,41	2,23±0,29	10,7	1,9	2,59
1	21,5±0,46	6,45±0,32	30,07	2,13		19,5±0,41	2,23±0,29	11,4	2,1	
6	28,1±0,52	7,39±0,37	26,33	1,85	4,28	21,0±0,41	2,23±0,29	10,7	1,9	0,82
3	24,8±0,57	8,01±0,40	32,28	2,28		21,4±0,26	1,52±0,18	7,1	1,2	
6	28,1±0,52	7,39±0,37	26,33	1,85	1,07	21,0±0,41	2,23±0,29	10,7	1,9	0,19
7	27,3±0,54	7,65±0,38	28,08	1,99		20,9±0,32	1,76±0,23	8,4	1,5	
13	27,0±0,57	8,03±0,40	29,74	2,10	3,13	17,3±0,59	3,25±0,42	18,8	3,4	2,79
20	29,2±0,41	5,74±0,29	19,66	1,39		19,1±0,26	1,43±0,18	7,5	1,4	
16	24,5±0,41	5,83±0,29	23,82	1,68	3,56	19,1±0,47	2,58±0,33	13,5	2,5	2,39
13	27,0±0,57	8,03±0,40	29,74	2,10		17,3±0,59	3,25±0,42	18,8	3,4	
Сосново-березовые насаждения										
8	31,8±0,49	7,00±0,33	22,04	1,46	9,78	19,2±0,35	2,35±0,24	12,2	1,8	3,07
2	24,3±0,59	7,66±0,33	31,52	1,89		17,4±0,47	3,65±0,33	21,0	2,7	
8	31,8±0,49	7,00±0,33	22,04	1,46	3,33	19,2±0,35	2,35±0,24	12,2	1,8	0,97
4	29,3±0,57	8,07±0,40	27,51	1,94		18,6±0,51	3,49±0,36	18,8	2,8	
15	26,9±0,47	8,31±0,33	30,92	1,75	0,17	19,5±0,39	2,63±0,28	13,5	2,0	0,65
14	26,8±0,37	6,45±0,26	24,09	1,38		19,8±0,25	1,70±0,18	8,6	1,3	
15	26,9±0,47	8,31±0,33	30,92	1,75	9,83	19,5±0,39	2,63±0,28	13,5	2,0	2,67
18	21,2±0,34	5,89±0,24	27,74	1,60		18,2±0,29	1,92±0,20	10,6	1,6	
5	28,1±0,48	6,88±0,34	24,44	1,71	11,29	18,7±0,24	1,64±0,17	8,8	1,3	2,44
17	20,9±0,42	6,15±0,30	29,49	2,02		17,8±0,28	1,81±0,19	10,1	1,6	
Березовые насаждения										
10	23,4±0,40	5,63±0,28	24,01	1,70	1,33	18,2±0,51	2,86±0,36	15,7	2,8	5,11
9	22,6±0,45	6,33±0,32	27,96	1,98		15,2±0,29	1,81±0,21	11,9	1,9	
10	23,4±0,40	5,63±0,28	24,01	1,70	7,52	18,2±0,51	2,86±0,36	15,7	2,8	4,19
11	19,3±0,37	5,27±0,26	27,26	1,93		14,8±0,63	3,80±0,45	25,6	4,3	
10	23,4±0,40	5,63±0,28	24,01	1,70	1,38	18,2±0,51	2,86±0,36	15,7	2,8	4,81
12	22,6±0,42	6,00±0,30	26,53	1,88		15,4±0,28	1,61±0,20	10,5	1,8	
19	21,2±0,34	5,89±0,24	27,74	1,60		18,2±0,29	1,92±0,20	10,6	1,6	

В лесополосах с сосновыми древостоями (таблица 6) в возрасте 73 лет лучшие показатели роста сосны выявлены на супесчаной почве, сформированной на смеси моренных и водно-ледниковых отложений (ПП 6), по сравнению с глееватой легкосуглинистой почвой на водно-ледниковых и моренных отложениях с прослойками морены (ПП 1). Различия по диаметру составили 30,6 %, по высоте – 7,7 %. В лесополосах в возрасте 49-59 лет лучшие показатели роста по высоте и диаметру также отмечены на супесчаной почве на флювиогляциальных песках с прослойками морены (ПП 16), чем на почве с преобладанием морены (различия 11,8 % и 22,8 % соответственно).

В лесополосах с сосново-березовыми древостоями (таблица 6) в возрасте 73 лет лучший рост сосны и березы по диаметру выявлен на легкосуглинистой почве со следами оглеения на покровном суглинке (ПП 8), чем на легкосуглинистых почвах на моренных отложениях, перекрытых покровным суглинком (различия по высоте 17,0-22,2 %, и по диаметру 36,3-57,0 %).

В березовых лесополосах (таблица 6) в возрасте 42 лет лучшие показатели роста березы выявлены на супесчаной почве, сформированной на опесчаненной морене (ПП 10), чем на супесчаной почве на морене (различия по высоте – 17,5 %, по диаметру – 19,9 %). Это сказывается на запасе древостоев, который на ПП 10 на 40,5-60,8 % больше, чем на остальных пробных площадях.

Таким образом, лучшие условия роста для сосны и березы создаются на супесчаных и легкосуглинистых почвах при различном соотношении фракций. Уровень загрязнения радиоактивными веществами не оказывает заметного влияния на рост древесных пород.

6 Радиозэкологическая роль полезащитных лесных полос

6.1 Изучение влияния полезащитных лесных полос на горизонтальную миграцию ^{137}Cs с применением ГИС-технологий

Для изучения влияния полезащитных лесных полос на латеральную миграцию ^{137}Cs применялась цифровая модель рельефа (ЦМР). Для характеристики миграционных процессов использовали коэффициент латеральной миграции (КЛМ).

На равнинном рельефе вне зависимости от состава древостоя горизонтальная миграция ^{137}Cs отсутствует, при незначительных изменениях отметки высот миграция прослеживается. При наличии стока к лесополосе увеличивается горизонтальная миграция радионуклида, что подтверждается значениями КЛМ как для сосновых, так и сосново-березовых полезащитных лесных насаждений.

Таким образом, полезащитная лесная полоса является естественным барьером на пути горизонтальной миграции ^{137}Cs , что связано с задерживанием и накоплением делювия, переносимого по склону водными потоками. Максимальное количество ^{137}Cs отмечается в лесных полосах, а также в непосредственной близости от нее на расстоянии одной высоты древостоя (1Н) при наличии поверхностного стока к полосе.

Обработка экспериментального материала методом множественной линейной регрессии позволила установить зависимость между величинами

поверхностной активности ^{137}Cs , средними таксационными показателями, рельефом и расстоянием до лесополос (таблица 7).

Коэффициенты множественной корреляции моделей составили от 0,73 до 0,82 ($F=9,78-30,11$, при $P<0,05$). Согласно критерию Фишера, сосновые и сосново-березовые насаждения оказывают одинаковое влияние на горизонтальную миграцию ^{137}Cs . Несколько меньше выражена роль березовых насаждений в накоплении радионуклида в полосе, т.к. под лиственными породами происходит ускоренная минерализация опада с образованием подвижных органико-минеральных комплексов с ^{137}Cs и перемещением их вглубь почвенного профиля.

Таблица 7 – Зависимость между величинами поверхностной активности ^{137}Cs , средними таксационными показателями, рельефом и расстоянием до лесополос

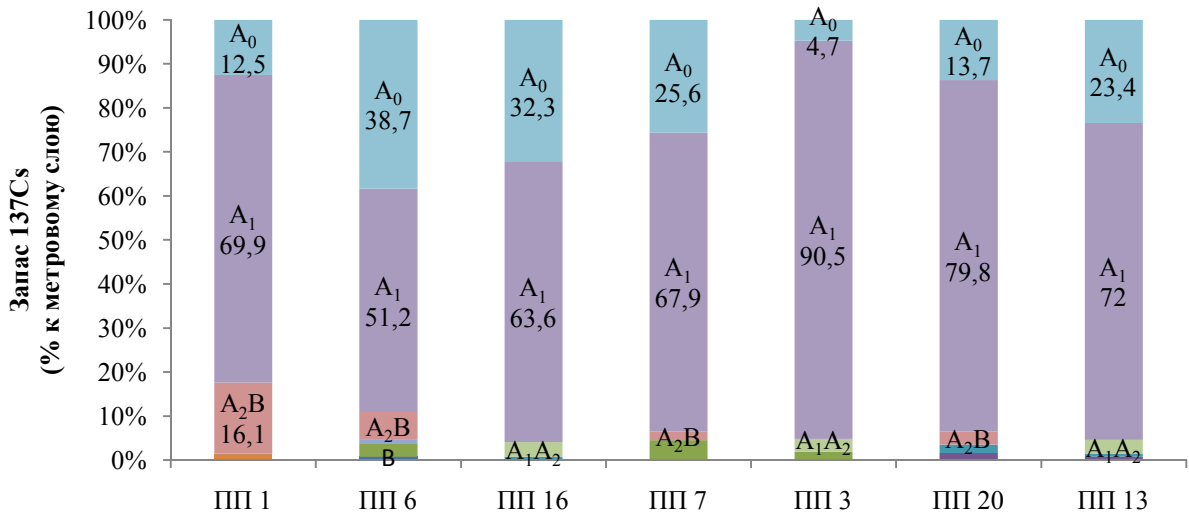
Уравнение множественной регрессии	R	R ²	F, при p<0,05	Стандартная ошибка
Сосновые насаждения				
$Cs=684,5214-9,4569*h-0,1690*Dist+7,7671*D+51,7733*H$	0,82	0,67	26,10	67,66
Сосново-березовые насаждения				
$Cs=-1422,0219-0,1229*h-0,0265*Dist-47,0025*D+154,5047*H$	0,82	0,67	30,11	84,94
Березовые насаждения				
$Cs=-97,4522+0,9689*h+0,0047*Dist+6,9153*D-3,4809*H$	0,73	0,53	9,78	26,92
*Примечание: Cs –поверхностная активность ^{137}Cs , кБк/м ² ; h – отметки высот, м; Dist – расстояние от лесополосы, м; D - средний диаметр, см; H - средняя высота, м;				

Согласно коэффициентам «beta», наибольшее влияние на величину поверхностной активности ^{137}Cs вне зависимости от состава древостоев оказывает высота поверхности над уровнем моря ($\beta=0,45-1,08$) и средняя высота насаждения ($\beta=0,97-1,00$). Для березовых полегающих лесных полос значим также средний диаметр древостоя ($\beta=0,51$).

Таким образом, величина горизонтальной миграции ^{137}Cs зависит от рельефа местности, характеризуемого величиной отметки высот над уровнем моря, удаленности от лесополосы и таксационных показателей ПЛП, меньшее влияние на горизонтальную миграцию ^{137}Cs оказывает состав ПЛП.

6.2 Изучение влияния полегающих лесных полос на вертикальную миграцию ^{137}Cs

Изучение вертикальной миграции ^{137}Cs по почвенному профилю в сосновых ПЛП показало (рисунок 7), что удельная активность лесной подстилки свежих суборей превышает активность нижележащего гумусового горизонта в 1,2-3,3 раза. Это указывает на значительную миграцию радионуклида из лесной подстилки в гумусовый горизонт, что определяется их гранулометрическим составом, составом и степенью разложения подстилки. Иначе идет перераспределение радионуклида в почве влажной субори (ПП 1). Максимальная удельная активность ^{137}Cs отмечена в гумусовом горизонте (450,9 Бк/кг), что в 1,6 раза выше, чем в лесной подстилке. Это связано с водным режимом почвы. Следует отметить, что в сосновых насаждениях перераспределение ^{137}Cs по профилю происходит до глубины 25-30 см.



ПП 1 – легкосуглинистая глееватая почва на водно-ледниковых и моренных отложениях с прослойками морены; ПП 6 – супесчаная почва на смеси моренных и водно-ледниковых отложений; ПП 16 – супесчаная почва на ФГП с прослойками морены; ПП 7 – легкосуглинистая почва на смеси моренных отложений и покровных суглинков, перекрытых мелкопесчаными отложениями; ПП 3 – легкосуглинистая почва на моренных отложениях, перекрытых покровным суглинком; ПП 13 – супесчаная со следами оглеения почва на двучленных отложениях морены и ФГП; ПП 20 – легкосуглинистая почва на морене

Рисунок 7 – Распределение ^{137}Cs в профиле почв сосновых насаждений

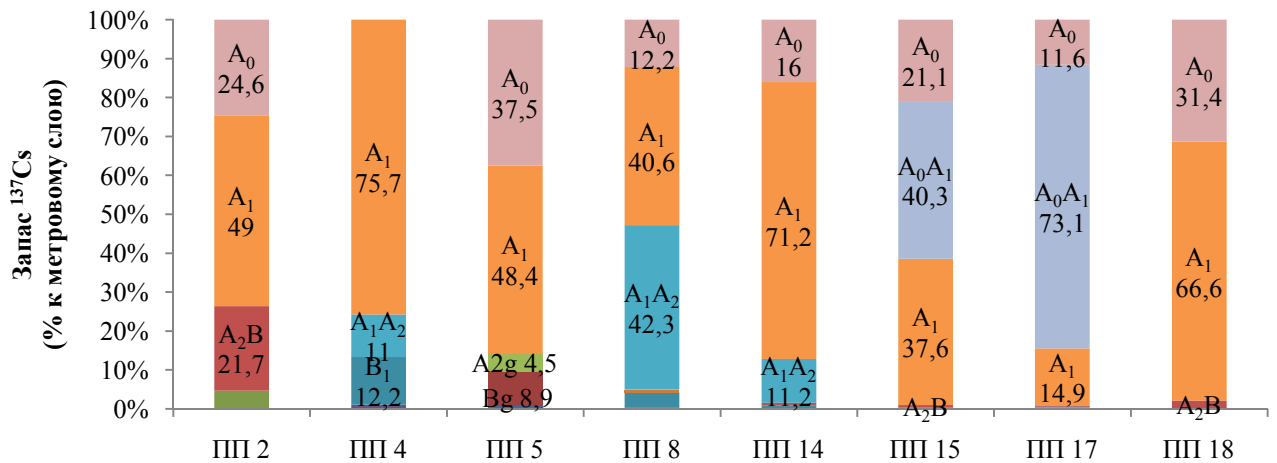
В почвах свежих суборей сосново-берёзовых ПЛП (рисунок 8) удельная активность лесной подстилки превышает активность нижележащего гумусового горизонта в 3,8-4,1 раза соответственно. Наблюдается миграция радионуклида на ПП 2 в оподзоленный иллювиальный (21,7 %) и незначительное количество в иллювиальный (4,7 %) горизонты, что определяется в большей степени гранулометрическим составом и развитием подзолистого процесса.

В почве на ПП 5 миграция радионуклида в подзолистый и иллювиальный горизонты составила 13,4 %, что связано с развитием глеевого процесса, обводненностью горизонтов и составом насаждения (5С5Б).

В почве на ПП 4 на таких же почвообразующих породах, но утративших лесную подстилку вследствие перемешивания её с минеральной частью, различие в удельной активности между гумусовым горизонтом и нижележащим оподзоленным гумусовым горизонтом составляет 21,5 раза.

В свежих сложных суборях (ПП 15, ПП 17, ПП 18) основное количество радионуклида сосредоточено в органогенных горизонтах, а максимум загрязнения приходится на переходный гумусовый и гумусовый горизонты.

В сосново-берёзовых насаждениях миграция ^{137}Cs по профилю прослеживается до глубины 40-45 см.

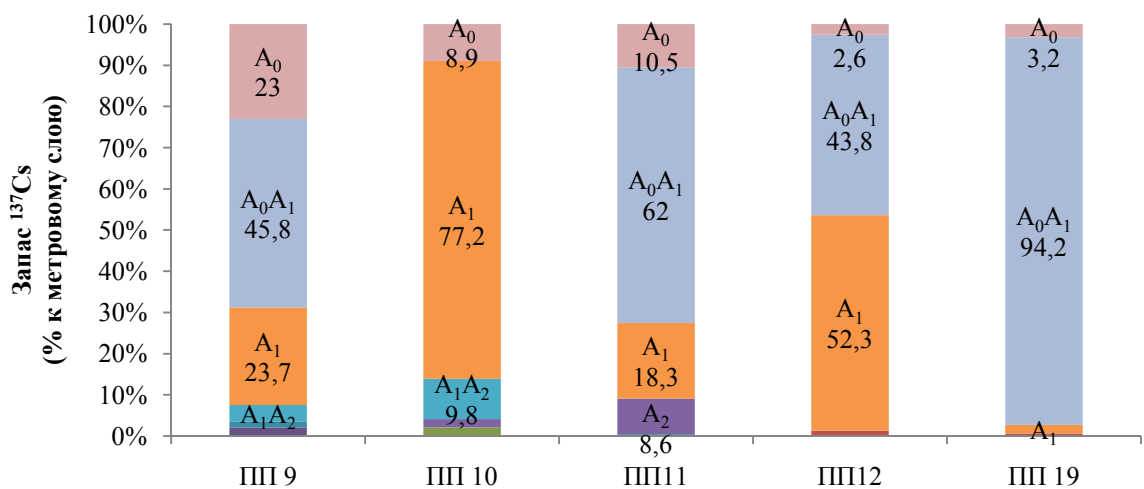


ПП 2 – легкосуглинистая почва на моренных отложениях, перекрытых покровным суглинком; ПП 4 – легкосуглинистая почва на моренных отложениях, перекрытых покровным суглинком; ПП 5 – легкосуглинистая глееватая почва на моренных отложениях, перекрытых покровным суглинком; ПП 8 – легкосуглинистая со следами оглеения почва на покровном суглинке; ПП 14 – легкосуглинистая почва на ФПП с прослойками морены; ПП 15 – песчаная почва на ФПП с прослойками морены; ПП 17 – супесчаная почва на морене; ПП 18 – супесчаная почва на морене

Рисунок 8 – Распределение ^{137}Cs в профиле почв сосново-березовых насаждений

В почвах свежих суборей березовых ПЛП (ПП 9, ПП 10) (рисунок 9) активность ^{137}Cs в относительных единицах почти в 2 раза меньше в оподзоленном гумусовом и в 8,7 раза в гумусовом горизонтах. Это указывает на значительную миграцию радионуклида из лесной подстилки в гумусовый горизонт. В легкосуглинистой со следами оглеения почве (ПП 11) основное количество ^{137}Cs сосредоточено в переходном гумусовом горизонте (62 %). Наблюдается миграция ^{137}Cs в подзолистый горизонт, но максимум загрязнения приходится на слой 15-40 см. В березовых насаждениях ^{137}Cs промигрировал до глубины 50-60 см.

Таким образом, в почвах под березовыми полезащитными лесными полосами процесс вертикальной миграции со временем усиливается, что связано с водно-физическими свойствами почв, составом и степенью разложения опада.



ПП 9 – супесчаная со следами оглеения почва на морене; ПП 10 – супесчаная со следами оглеения почва на опесчаненной морене; ПП 11 – легкосуглинистая со следами оглеения почва на смеси моренных и водно-ледниковых отложений; ПП 12, 19 – супесчаная почва на морене

Рисунок 9 – Распределение ^{137}Cs в профиле почв березовых насаждений

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате проведенных исследований установлено, что лучшими условиями для произрастания сосновых насаждений полезащитных лесных полос являются дерново-подзолистые супесчаные почвы, сформированные на смеси водно-ледниковых и моренных отложений и тип лесорастительных условий свежая суборь (B_2). Древостои произрастают по I и II классам бонитета.

Выявлено, что сосново-березовые полезащитные лесные полосы имеют лучшие показатели роста в типе лесорастительных условий свежая суборь (B_2) на покровном суглинке (I класс бонитета), чем на морене, перекрытой покровным суглинком (II класс бонитета). Различия по диаметру составляют от 17,0 до 57,0 %, по высоте – от 7,1 до 13,0 %. Максимальная продуктивность сосново-березовых древостоев формируется в условиях свежей сложной субори (C_2) на опесчаненных моренных отложениях, где насаждения произрастают по I классу бонитета.

Установлено, что березовые насаждения лучше произрастают в типе лесорастительных условий свежая суборь (B_2) и свежая сложная суборь (C_2) на супесчаных почвах, сформированных на моренных и водно-ледниковых отложениях. Древостои произрастают по I классу бонитета.

Выявлено, что четырехрядные сосновые полезащитные лесные полосы необходимо создавать на легкосуглинистых почвах с густотой посадки 3330 шт./га, схемой смешения $3 \times 0,75$ м; сосново-березовые древостои трех- и четырехрядных полезащитных лесных полос – на супесчаных почвах с оптимальной густотой посадки 4440 шт./га, схемой смешения $3 \times 0,75$ м; четырехрядные березовые насаждения – на супесчаных почвах с оптимальной густотой посадки 4000 шт./га, схема посадки $2,5 \times 1,0$ м.

Установлено, что полезащитные полосы в целом характеризуются как здоровые. Незначительное ослабление устойчивости на ПП 3, ПП 6, ПП 7 наблюдается у сосновых полос, что обусловлено естественным накоплением отпада и антропогенным воздействием. Таким образом, устойчивыми являются сосново-березовые и березовые полезащитные лесные полосы.

Использование геоинформационного анализа для оценки радиоэкологической роли полезащитных лесных полос позволило установить, что ведущим фактором, влияющим на интенсивность горизонтальной миграции ^{137}Cs , является рельеф местности, а также расстояние до лесополосы, ее таксационные показатели. Меньшее влияние на горизонтальную миграцию ^{137}Cs оказывает видовой состав полезащитных лесных насаждений.

В полезащитных лесных полосах обнаружено, что доминирующим фактором в перераспределении ^{137}Cs по почвенному профилю является доля березы в составе насаждений. Вертикальная миграция ^{137}Cs наиболее сильно выражена под чистыми березовыми древостоями, где основное количество радионуклида содержится в верхних органогенных горизонтах (90,5-98,7 %). Миграция ^{137}Cs по профилю прослеживается до глубины 50-60 см. Под сосново-березовыми древостоями вертикальная миграция выражена слабее (52,8-98,0 %), глубина миграции – 40-45 см. В сосновых насаждениях значительная часть ^{137}Cs (4,7-38,7 %) сосредоточена в неразложившейся лесной подстилке, миграция в нижележащие горизонты отмечена только на глееватой почве (ПП 1); перераспределение ^{137}Cs по профилю прослеживается до глубины 25-30 см.

Предложения производству:

1. Рекомендуется провести комплексную оценку современного состояния полезащитных лесных полос. В ослабленных полезащитных лесных полосах рекомендуется уборка захламления (неликвидной и дровяной древесины), в сильно ослабленных и усыхающих насаждениях необходимо проведение выборочной санитарной рубки с уборкой всех поврежденных деревьев.

2. Полезащитные насаждения необходимо создавать в виде смешанных сосново-березовых древостоев в свежих и влажных субориях и свежих и влажных сложных субориях на территориях с плотностью радиоактивного загрязнения до 15 Ки/км^2 с целью их реабилитации.

3. Рекомендуется создавать четырехрядные сосново-березовые полезащитные лесные полосы шириной до 15 м, шириной междурядий 3 м, шагом посадки 0,75 м ажурно-продуваемой конструкции перпендикулярно склону в средней или нижней его частях. Способ смешения – кулисный (1 ряд березы, 2 ряда сосны, 1 ряд березы).

4. На радиоактивно загрязненных территориях создание полезащитных лесных полос необходимо проводить ранней весной с использованием техники с герметизированными кабинами. Технология закладки состоит из полосного рыхления культиватором ФВ-0,9/1,5 и посадки крупномерного посадочного материала с применением МЛУ-1А. Лесоводственный уход в междурядьях производится только механизированным способом с применением КОМ-2,3. Необходимо опаживание лесных полос.

Список работ, опубликованных по теме диссертации

Научные статьи, опубликованные в изданиях, рекомендованных ВАК РФ

1. Маркина, З.Н. Состояние ^{137}Cs в почвах радиоактивно загрязненных защитных лесов Брянской области [Текст]/З.Н. Маркина, В.И. Шошин, **В.В. Вечеров**//Лесотехнический журнал. – 2014. - №2 (14). – С. 42 – 51.

2. Маркина, З.Н. Гранулометрический состав радиоактивно загрязненных почв, его влияние на состояние полезащитных лесных насаждений [Текст]/З. Н. Маркина, **В.В. Вечеров**//Лесотехнический журнал. – 2015. - №2 (18). – С. 93 – 103.

3. **Вечеров В.В.** Состояние сосново-березовых полезащитных лесных полос в условиях радиоактивного загрязнения Брянской области [Текст]/**В.В. Вечеров**, З.Н. Маркина //Успехи современн. естествознан. – 2016. - №6. – С. 69 – 74.

Материалы конференций

4. **Вечеров В.В.** Данные дистанционного зондирования Земли и их применение в лесном хозяйстве [Текст] /**В.В. Вечеров** // Актуальные проблемы лесного хозяйства и ландшафтной архитектуры: материалы науч.-прак. конф./Брян. гос. инж.-тех. акад. – Брянск, 2013. – С. 24 – 26.

5. **Вечеров В.В.** Создание и анализ почвенно-геоморфологического профиля с использованием открытых данных SRTM [Текст] /**В.В. Вечеров**//Актуальные проблемы системы лесопользования, лесопользования, ландшафтной архитектуры: материалы междунар. науч.-прак. конф./Брян. гос. инж.-тех. акад. – Брянск, 2014. – С. 18 – 21.

6. Маркина, З.Н. Влияние лесорастительных свойств почв на лесоводственно-таксационные показатели защитных насаждений, расположенных на радиоактивно загрязненных территориях [Текст]/З.Н. Маркина, **В.В. Вечеров**//I Европейский

лесопромышленный форум молодежи: материалы междунар. науч.-прак. конф./Вор. гос. лесотех. акад. – Воронеж, 2014. – С. 130-133.

7. Маркина З.Н. Влияние физических свойств почв на состояние сосновых насаждений полезащитных лесных полос в условиях радиоактивного загрязнения [Текст]/З.Н. Маркина, **В.В. Вечеров**//Актуальные проблемы системы лесопользования, ландшафтной архитектуры: материалы междунар. науч.-прак. конф./Брян. гос. инж.-тех. акад. – Брянск, 2015. – С. 52 – 57.

8. Маркина З.Н. Лесорастительные свойства почв предполесских ландшафтов радиоактивно загрязненных полезащитных лесных насаждений [Текст]/З.Н. Маркина, **В.В. Вечеров**//Актуальные проблемы системы лесопользования, ландшафтной архитектуры: материалы междунар. науч.-прак. конф./Брян. гос. инж.-тех. акад. – Брянск, 2015. – С. 57 – 60.

Уважаемые коллеги! Отзывы на автореферат и диссертацию просим высылать по адресу:

241037, г. Брянск, пр-т Ст. Димитрова, 3, БГИТУ, Диссертационный совет. Тел. (4832) 64-96-29, факс: (4832)74-60-08, e-mail: mail@bgita.ru

Лицензия ИД № 04185 от 06.03.2005

Формат 60x84 1/16 Тираж 100 экз. Печ. л. – 1,0

Брянский государственный инженерно-технологический университет

241037 г. Брянск, пр. Станке Димитрова, 3.

Отпечатано в издательском центре БГИТУ

Подписано к печати 15.08.2016 г.