

На правах рукописи



Ужгин Юрий Владимирович

**Состояние лесных насаждений и особенности искусственного  
лесовосстановления в условиях длительного радиоактивного  
загрязнения на Урале**

06.03.02 – Лесоведение, лесоводство, лесоустройство и лесная таксация

Автореферат  
диссертации на соискание ученой степени  
кандидата сельскохозяйственных наук

7 АВГ 2014

Екатеринбург – 2014



Работа выполнена на кафедре лесоводства ФГБОУ ВПО «Уральский государственный лесотехнический университет».

Научный руководитель:	Залесов Сергей Вениаминович - доктор сельскохозяйственных наук, профессор, ФГБОУ ВПО «Уральский государственный лесотехнический университет», кафедра лесоводства, заведующий
Официальные оппоненты:	Габдрахимов Камиль Махмутович - доктор сельскохозяйственных наук, профессор, ФГБОУ ВПО «Башкирский государственный аграрный университет», кафедра лесоводства и ландшафтного дизайна, профессор; Галако Вадим Александрович, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, ФГБУ науки «Ботанический сад» Уральского отделения РАН, лаборатория экспериментальной экологии и акклиматизации растений, старший научный сотрудник.
Ведущая организация:	ФГБОУ ВПО «Нижегородская государственная сельскохозяйственная академия»

Защита диссертации состоится «25» сентября 2014 г. в 10<sup>00</sup> часов на заседании диссертационного совета Д 212.281.01 при ФГБОУ ВПО «Уральский государственный лесотехнический университет» по адресу: 620100, г. Екатеринбург, Сибирский тракт, 37, ауд. 401.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке и на сайте ФГБОУ ВПО «Уральский государственный лесотехнический университет» ([www.usfeu.ru](http://www.usfeu.ru))

Автореферат разослан «26» 07 2014 г.

Ученый секретарь  
диссертационного совета  
кандидат с.-х. наук, доцент



А.Г. Марасумова

### Общая характеристика работы

Актуальность исследований. Одним из наиболее опасных для человека и окружающей среды видов загрязнений является радиоактивное. О масштабах радиоактивного загрязнения можно судить исходя из того, что только в европейской части стран СНГ в результате аварий на предприятиях ядерного цикла и испытаний ядерного оружия площадь загрязнения достигает 140 тыс. км<sup>2</sup> (Азаров, Однолько, 1996). Не является исключением в этом плане и Уральский регион. В результате непродуманного хранения радиоактивных отходов и аварий на предприятиях производственного объединения «Маяк» образовалась зона загрязнения, получившая название «Восточно-Уральский радиоактивный след» (ВУРС) площадью около 23 тыс. км<sup>2</sup>.

Важная роль в стабилизации, поглощении, перераспределении и самоочищении экосистем от радионуклидов, а также предотвращении расширения зоны загрязнения принадлежит лесам. Именно они, после Чернобыльской аварии, явились естественным барьером на пути радиоактивных осадков, задержали до 80% радионуклидов (Богинский и др., 1996).

Библиография работ по проблеме радиоактивного загрязнения очень обширна. Однако, абсолютное большинство работ касается последствий Чернобыльской аварии, а работ по изучению последствий аварий на предприятии «Маяк» относительно немного.

В научной литературе практически отсутствуют данные об эффективности искусственного лесовосстановления, видовом составе и наземной фитомассе живого напочвенного покрова и других нижних ярусов растительности при различной длительности и плотности загрязнения, а ведь именно они определяют возможность возникновения и распространения лесных пожаров и опасность переноса радионуклидов с продуктами горения. Последнее обстоятельство свидетельствует об актуальности и определяет направление наших исследований.

Степень разработанности темы исследований. Исследования последствий радиоактивного загрязнения территории Восточно-Уральского радиоактивного следа ведутся с момента аварии на ПО «Маяк». Автор попытался изучить состояние естественных и искусственных насаждений различного состава, произрастающих длительное время в различных зонах загрязнения и дал предложения по совершенствованию лесовосстановления в них.

Диссертация является законченным научным исследованием.

Цель и задачи. Целью исследований является разработка предложений по совершенствованию лесовосстановления и ведения лесного хозяйства в сосновых, березовых и березово-сосновых насаждениях различных зон радиоактивного загрязнения на основе изучения основных показателей слагающих их компонентов.

Для достижения поставленной цели решались следующие задачи:

1. На основе научной и ведомственной литературы изучить последствия загрязнения территории в результате деятельности ПО «Маяк».
2. Изучить состояние искусственных и естественных насаждений по зонам радиоактивного загрязнения.
3. Изучить влияние радиоактивного загрязнения на нижние ярусы растительности.
4. Разработать предложения по совершенствованию лесовосстановления и ведения лесного хозяйства в насаждениях различных зон радиоактивного загрязнения.

Научная новизна. Впервые выполнено комплексное исследование сосновых, березовых и смешанных насаждений, произрастающих 56 лет в разных зонах радиоактивного загрязнения ВУРС, установлены абсолютные и относительные показатели влияния степени (плотности) радиоактивного загрязнения на компоненты насаждений, в частности, на видовой состав и надземную фитомассу живого напочвенного покрова.

Теоретическая и практическая значимость работы заключается в расширении современных знаний о влиянии радиоактивного загрязнения на основные компоненты сосновых, березовых и смешанных березово-сосновых насаждений. Полученные данные о таксационных показателях древостоев, подроста, подлеска и живого напочвенного покрова, сосновых, березовых и березово – сосновых насаждений, произрастающих длительное время в различных зонах радиоактивного загрязнения, могут лечь в основу рекомендаций по совершенствованию лесовосстановления и ведения лесного хозяйства (лесопользования) в указанных насаждениях.

Результаты исследований используются в учебном процессе при подготовке бакалавров и магистров направления 250100 «Лесное дело», а заложенные постоянные пробные площади (ППП) переданы в формирующийся банк опытных объектов Главного управления лесами Челябинской области для продолжения мониторинга.

Методология и методы исследований. В основу исследований положен комплексный подход к их проведению на базе пробных площадей, заложенных в соответствии с требованиями ОСТ 56-60-83 и методических рекомендаций (Залесов и др., 2007).

При проведении исследований использованы апробированные, научно-обоснованные методы сбора, обработки и анализа экспериментальных данных.

Все работы по теме диссертации, от сбора и обработки экспериментальных материалов до анализа и интерпретации полученных результатов, осуществлены автором лично.

Положения, выносимые на защиту:

1. Уровень радиации до  $1,0 \text{ Ки/км}^2$  не оказывает отрицательного влияния на таксационные показатели лесных насаждений.

2. При плотности загрязнения выше  $1,0 \text{ Ки/км}^2$  резко снижается приживаемость и сохранность искусственных сосновых древостоев.

3. С увеличением плотности загрязнения радионуклидами в наземной фитомассе живого напочвенного покрова возрастает доля злаковых и сорных видов, более толерантных к данному виду загрязнения.

4. Способ создания лесных культур крупномерным посадочным материалом без подготовки почвы.

Степень достоверности и апробация результатов. Достоверность результатов исследований подтверждается длительностью эксперимента, большим по объему и разнообразию экспериментальным материалом, комплексным подходом к проведению исследований, применением научно-обоснованных апробированных методик, использованием современных методов обработки, анализа и оценки достоверности данных.

Основные результаты исследований доложены и получили положительную оценку на междунар. науч. - практ. конф. «Актуальные вопросы сохранения биоразнообразия и ведения лесного хозяйства» (Щучинск, 2012), X науч.-практ. конф. имени А.А. Дунина-Горкавича лесоведа и краеведа Югры (Ханты-Мансийск, 2014), II науч.-практ. конф. для магистров, аспирантов и молодых ученых «Крона-2014» (Санкт-Петербург, 2014), X всерос. науч.-практ. конф. студентов и аспирантов «Научное творчество молодежи – лесному комплексу России» (Екатеринбург, 2014), Междунар. науч.-практ. конф. «Актуальные проблемы использования биологических ресурсов в сельском хозяйстве в условиях глобализации» (Екатеринбург, 2014).

Основные положения диссертации изложены в 6 печатных работах, в том числе 4 статьи в журналах и изданиях, рекомендованных ВАК РФ.

Структура и объем диссертации. Диссертация изложена на 159 страницах машинописного текста, состоит из введения, 6 глав, общих выводов и 1 приложения. Библиографический список включает 193 наименования, в том числе 10 иностранных авторов. Текст проиллюстрирован 52 таблицами и 32 рисунками.

## 1. Состояние изучаемой проблемы

Радиоактивное загрязнение является одним из наиболее опасных для людей и окружающей среды видов загрязнений. Основной причиной радиоактивного загрязнения являются техногенные аварии. По данным ряда авторов (Азаров, Однолько, 1996) только в европейской части стран СНГ площадь загрязненных радионуклидами территорий достигает 140 тыс. км<sup>2</sup>.

Лесные насаждения играют важную роль в стабилизации, поглощении, перераспределении и самоочищении экосистем от радионуклидов. Так, после аварии на Чернобыльской атомной электростанции они задержали до 80% радионуклидов (Бочинский и др., 1996).

В научной литературе накоплен достаточно большой материал о неоднородности аккумуляции радионуклидов в лесной растительности, горизонтах почвенного профиля, других элементах лесных экосистем (Lysikov, Abaturov, 1990; Тихомиров и др., 1994; Щеглов и др., 1998; Марадудин и др., 2001; Воронин, 2002; Ипатьев, 2002, 2003 а, б и др.). Особенно много работ посвящено миграции радионуклидов в почвенном профиле (Израэль и др., 1987; Караваева и др., 1993; Тихомиров и др., 1994; Булко, 1998, 2003; Воробьев и др., 2001; Ипатьев, 2002, 2003; Булко и др., 2003 и др.).

На основании выполненных исследований предлагаются рекомендации по ведению лесного хозяйства на территориях с разной плотностью загрязнения радионуклидами (Правила ..., 1992; Руководство, 1994, 1995, 1997; Мухамедшин и др., 1995 и др.).

В то же время многие вопросы влияния радиоактивного загрязнения на лесные насаждения остаются нерешенными. В частности, в научной литературе нет единого мнения о способах лесовосстановления на непокрытых лесом площадях в районах, подверженных радиоактивному загрязнению, а также влиянию плотности загрязнения на приживаемость, сохранность и рост лесных культур, а также искусственных насаждений.

Разработка предложений производству по совершенствованию ведения лесного хозяйства и лесопользования в условиях радиоактивного загрязнения возможна только при наличии объективных данных о характеристике основных компонентов насаждений. К сожалению, нами в научной литературе не обнаружено таких данных о чистых и смешанных насаждениях, произрастающих более полувека в условиях радиоактивного загрязнения различной плотности. Вышеуказанные обстоятельства определили направление наших исследований.

## **2. Природно-климатические условия района исследований**

Основной объем экспериментальных исследований выполнен в ЧОГУ «Каслинское лесничество» Главного управления лесами Челябинской области. Согласно перечня лесорастительных зон и лесных районов РФ, район исследований относится к Южно-Уральскому лесорастительному району лесостепной зоны (Приказ ..., 2011).

Согласно схеме лесорастительного районирования (Колесников, 1961 а, б) западная часть лесничества относится к Уфалейско-Сысертскому округу горно-лесной лесорастительной области, а восточная - к Аргаяшскому северо-лесостепному округу лесостепной лесорастительной области.

Климат района исследований континентальный. Однако, западная, горная часть района исследований, характеризуется большим количеством осадков, сглаженным температурным режимом воздуха, большей толщиной снежного покрова и относительной влажностью воздуха, по сравнению с восточной лесостепной частью.

Сложное геологическое строение местности обуславливает специфичность почвообразовательных процессов и формирование различных типов почвенных разностей от грубых скелетных почв, приуроченных к вершинам хребтов и крутым склонам, до торфянисто-болотных глеевых почв, приуроченных к долинам рек и другим пониженным местам. В целом поч-



вы района исследований довольно плодородные. Около 66,8% территории лесного фонда относится к разнотравно-липняковой группе типов леса и 14,2% к ягоdnиковой.

Наличие низкополнотных насаждений и непокрытых лесом площадей свидетельствует о необходимости проведения работ по лесовосстановлению.

### **3. Программа, методика исследований и объем выполненных работ**

В соответствии с целью и задачами исследований программа работ включала:

1. Изучение природных условий и лесного фонда района исследований.
2. Анализ научной и ведомственной литературы по вопросам влияния радиоактивного загрязнения на рост и устойчивость лесных насаждений, а также ведения лесного хозяйства на загрязненных территориях.
3. Изучение истории загрязнения района исследований радионуклидами.
4. Изучение опыта искусственного лесовосстановления на загрязненной и смежной с ней территориях.
5. Изучение приживаемости, сохранности и роста искусственных сосновых насаждений в различных зонах радиоактивного загрязнения.
6. Изучение влияния радиоактивного загрязнения на таксационные показатели древостоев естественных сосновых, березовых и сосново-березовых насаждений.
7. Изучение количественных показателей подроста и подлеска.
8. Изучение видового состава и надземной фитомассы живого напочвенного покрова (ЖНП) по зонам загрязнения.

9. Разработку предложений по совершенствованию лесовосстановления и ведения лесного хозяйства на территориях, загрязненных радионуклидами.

В основу исследований положен метод пробных площадей (ПП) (Огиевский, Хиров, 1964; Молчанов, Смирнов, 1987; Сеннов, 1972; Анучин, 1982, 1984; Верхунов, 1985; Атрохин, 1985; ОСТ 56-60-83; Инструкция ..., 1995; Залесов и др., 2007).

ПП закладывались по зонам загрязнения. При этом насаждения с плотностью загрязнения до  $0,14 \text{ Ки/км}^2$  относились к фоновым и использовались в качестве контроля. Насаждения с плотностью загрязнения  $0,15-0,99 \text{ Ки/км}^2$  относились к зоне слабого загрязнения - I, а при плотности загрязнения от  $1,0$  до  $2,99$  и  $3$  и более  $\text{Ки/км}^2$  - к зонам среднего (II) и сильного (III) загрязнения, соответственно (Приказ ..., 2007; Ужгин и др., 2012).

Определение типов леса и групп типов леса производилась с учетом методических рекомендаций В.Н. Сукачева, С.В. Зонна (1961), Б.П. Колесникова с соавторами (1973), Правил ... (1984). Подрост и подлесок изучались с учетом рекомендаций А.В. Побединского (1966), живой напочвенный покров - по методике С.В. Залесова и др. (2007), почвы - по методике Е.Н. Ивановой (1976).

Обработка экспериментальных данных реализована в соответствии с общепризнанными методиками, действующими ГОСТами, стандартами и инструкциями. Статистико-математическая обработка материалов проведена на ПЭВМ типа IBM PC с помощью прикладных программ.

В процессе исследований заложено 16 пробных площадей. На всех ПП определены таксационные показатели древостоев. Заложено 240 учетных площадок размером  $2 \times 2$  м с последующим определением на них видового состава, жизнеспособности, густоты, высоты и встречаемости подроста и подлеска. Заложено 320 учетных площадок размером  $0,5 \times 0,5$  м для

определения видового состава и надземной фитомассы ЖНП. Произведен отбор образцов всех видов ЖНП в пределах каждой ПП с последующим высушиванием до абсолютно сухого состояния и расчета надземной фитомассы ЖНП на единицу площади.

Проанализированы лесной фонд ЧОБУ «Каслинского лесничества», опыт искусственного лесовосстановления и история радиоактивного загрязнения в районе исследований.

#### **4. Характеристика объектов исследований**

Уральский регион является одним из наиболее экологически неблагоприятных районов РФ по радиационной обстановке. Последнее объясняется многолетней деятельностью производственного объединения (ПО) «Маяк», где из-за непродуманных технологий хранения радиоактивных отходов и аварий неоднократно происходило загрязнение окружающей среды.

С 1949 по 1952 гг. средне- и низкоактивные радиоактивные отходы сливались в р. Теча (Атлас ..., 2013), а затем в озеро Карачай (Бобров, 1994). В 1950-60-х гг. имели место газоэрозольные выбросы радиоактивных веществ через высокие (до 150 м) трубы в атмосферу.

В 1957 г. из-за взрыва емкости нитратно-ацетатных солей произошло загрязнение окружающей территории на площади около 23 тыс. км<sup>2</sup>, получившей название «Восточно-Уральской радиоактивный след» (ВУРС).

В 1967 г. из-за аномальной жары обнажилось дно озера Карачай и ветром донные отложения, содержащие радиоактивные отходы, были рассеяны на площади 2,7 тыс. км<sup>2</sup>.

Последствия загрязнений неоднозначно отразились на древесной растительности ВУРС. В частности, после аварии 1957 г. сосновые насаждения погибли на площади около 20 тыс. км<sup>2</sup>.

Для предотвращения расширения зоны загрязнения и закрепления радионуклидов необходимо увеличение покрытой лесом площади. Исследования показали, что в условиях разнотравно-липняковой группы типов леса наиболее приемлемым способом лесовосстановления является создание лесных культур посадкой. При плотности загрязнения до  $0,99 \text{ Ки/км}^2$  лесные культуры сосны обыкновенной характеризуются хорошей приживаемостью и сохранностью. А при плотности загрязнения выше указанного значения сохранность лесных культур резко снижается (табл. 1), что требует неоднократных дополнений.

Таблица 1. – Сохранность опытно-производственных лесных культур сосны обыкновенной в Багарякском лесничестве Каслинского лесхоза

Зона загрязнения	Приживаемость и сохранность лесных культур, %		
	Осенью в год посадки	Через 2 года после посадки	Через 5 лет после посадки
Контроль	98,0	79,0	74,1
I	88,3	84,6	84,6
II	94,3	60,9	44,4
III	76,7	70,0	54,9

Хорошие показатели сохранности в условиях зоны сильного загрязнения показали сеянцы ели сибирской, но данный факт требует дополнительной проверки.

На основании обобщения производственного опыта, в целях повышения эффективности лесовосстановления, минимизации опасности выноса радионуклидов за пределы загрязненной территории и времени пребывания рабочих на лесокультурной площади предложен способ создания лесных культур крупномерным посадочным материалом без подготовки почвы.

## 5. Искусственные сосновые насаждения в условиях радиоактивного загрязнения

Плотность радиоактивного загрязнения оказывает существенное влияние на таксационные показатели искусственных сосновых насаждений (табл. 2).

Таблица 2. – Таксационная характеристика 15-летних лесных культур сосны обыкновенной по зонам радиоактивного загрязнения

№ ПШП	Зона загрязнения	Степень загрязнения, Ки/км <sup>2</sup>	Состав	Средние		Сумма площадей сечений, м <sup>2</sup> /га	Полнота	Запас, м <sup>3</sup> /га
				высота, м	диаметр, см			
1	Контроль	0 – 0,14	10С	7,2	7,7	19,8	0,83	82
			ед Б	8,6	6,0			
			ед Е	1,2	0,8			
2	I	0,15-0,99	10С	6,5	7,2	20,3	0,91	75
3	II	1,0-2,99	10С	6,2	8,1	10,2	0,46	37
4	III	3,0 и более	8С	5,6	6,5	8,5	0,43	32
			2Е	2,9	2,9			
			ед Б	3,9	3,3			

Материалы табл. 2 свидетельствуют, что увеличение плотности загрязнения выше I Ки/км<sup>2</sup> приводит к резкому снижению полноты и запаса искусственных сосновых насаждений. При этом для надземной фитомассы живого напочвенного покрова (ЖНП) характерна обратная закономерность (табл. 3).

В зонах среднего и сильного загрязнения надземная фитомасса ЖНП в абсолютно сухом состоянии составляет 726,6 и 320,3 кг/га, при доле злаков 35,8 и 23,9%, что резко увеличивает пожарную опасность по сравнению с искусственными насаждениями на контроле, где надземная фитомасса ЖНП составляет 141,3 кг/га при доле в ней злаков 16,9%. Последнее вызывает необходимость разработки системы мероприятий по противопо-

жарному устройству искусственных насаждений на территориях, загрязненных радионуклидами.

Таблица 3. – Количество видов и надземная фитомасса ЖНП в абсолютно сухом состоянии под пологом 15-летних искусственных сосновых насаждений по зонам загрязнения

№ ППП	Зона загрязнения	Количество видов, шт.	Надземная фитомасса, кг/га	В т.ч. злаки	
				кг/га	%
1	Контроль	15	141,3	23,9	16,9
2	I	6	40,0	16,7	41,8
3	II	12	726,6	260,1	35,8
4	III	14	320,3	76,7	23,9

### 6. Влияние радиоактивного загрязнения на естественные насаждения

Объектами исследований являлись естественные сосновые, березовые и березово-сосновые насаждения разнотравного типа леса, подвергнутые в 30-40-летнем возрасте радиоактивному загрязнению и произрастающие 56 лет в условиях данного загрязнения.

Таблица 4. – Таксационная характеристика насаждений ППП по данным учета 2013 г.

№ ПП П	Зона загрязнения	Состав древостоя	Средние			Густота, шт./га	Класс бонитета	Полнога	Запас, м <sup>3</sup> /га
			возраст, лет	высота, м	диаметр, см				
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
<b>Сосновые насаждения</b>									
5	Контроль	9С	91	26	39	311	I	1,03	437
		1Б	91	22	24	<u>111</u> 422			<u>55</u> 492
6	I	8С	86	26	39	280	I	0,98	404
		2Б	86	22	21	174 454			<u>67</u> 471
7	II	10С	96	25	35	442	II	0,96	463
8	III	10С	96	25	33	266	II	0,86	399
<b>Березовые насаждения</b>									
9	Контроль	10Б	81	24	29	425	II	0,95	322
10	I	10Б	81	24	29	419	II	0,93	316

Окончание таблицы 4

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
11	II	10Б	81	24	28	415	II	0,86	289
12	III	10Б	86	24	29	397	II	0,94	319
<b>Смешанные насаждения</b>									
13	Контроль	6С	90	27	32	310	I	0,98	275
		4Б	75	25	24	257			156
						567			432
14	I	6С	90	27	33	297	I	1,09	312
		4Б	75	25	24	269			183
						566			495
15	II	6С	85	27	32	269	I	0,98	285
		4Б	75	26	23	317			196
						586			481
16	III	6С	85	26	30	250	I	0,90	230
		4Б	75	26	22	328			167
						578			397

Материалы табл. 4 свидетельствуют, что на плотность загрязнения радионуклидами насаждения разного состава реагируют специфично. Так, если у сосновых насаждений при плотности загрязнения более 1 Ки/км<sup>2</sup> класс бонитета снижается с I до II; у березовых он во всех зонах загрязнения класс бонитета второй, то смешанные березово-сосновые насаждения произрастают по I классу бонитета. Последнее позволяет рекомендовать в условиях разнотравного типа леса на территории ВУРС в качестве главных пород сосну обыкновенную и березу повислую, формируя из них смешанные березово-сосновые насаждения.

Радиоактивное загрязнение оказывает влияние на все компоненты насаждений. Так, в сосновых насаждениях максимальное количество подроста зафиксировано в зоне среднего загрязнения, а в березово-сосновом – в зоне сильного загрязнения (табл. 5).

Размещение подроста под пологом сосняков и березняков носит, как правило, групповой характер. Под пологом березово-сосновых насаждений подрост расположен более равномерно. Однако в большинстве случаев для

Таблица 5. – Общее количество подростка в пересчете на крупный по зонам загрязнения

№ ППП	Зона загрязнения	Количество подростка, шт./га	В том числе			Состав подростка
			С	Б	Ос	
<b>Сосновые насаждения</b>						
5	Контроль	819	703	116	-	9С1Б
6	I	985	960	25	-	10С
7	II	13835	13168	400	267	10СедБОс
8	III	6326	5138	1063	155	8С2БедОс
<b>Березовые насаждения</b>						
9	Контроль	728	344	100	284	5С4Ос1Б
10	I	929	741	63	125	8С1Б1Ос
11	II	258	258	-	-	10С
12	III	137	137	-	-	10С
<b>Смешанные насаждения</b>						
13	Контроль	1713	1013	700	-	6С4Б
14	I	2063	1763	300	-	9С1Б
15	II	1675	900	725	-	5С5Б
16	III	3100	2200	900	-	7С3Б

успешного последующего лесовосстановления необходимо проведение мер содействия или искусственное лесовосстановление.

Четкой зависимости между плотностью загрязнения и видовым составом, а также количеством подлеска не установлено.

Из всех исследуемых насаждений максимальным количеством видов и надземной фитомассой характеризуется ЖНП под пологом березовых насаждений вне зависимости от зоны загрязнения (табл. 6).

Таблица 6. – Количество видов и общая надземная фитомасса ЖНП в абсолютно сухом состоянии по зонам загрязнения

№ ППП	Зона загрязнения	Плотность загрязнения, Ки/км <sup>2</sup>	Количество видов ЖНП, шт.	Надземная фитомасса, кг/га	В т.ч. злаки	
					кг/га	%
1	2	3	4	5	6	7
<b>Сосновые насаждения</b>						
5	Контроль	0 – 0,14	15	179,1	44,8	25,0
6	I	0,15 – 0,99	13	124,6	46,5	37,3
7	II	1,0 – 2,99	24	219,6	22,1	10,1
8	III	3 и более	13	237,6	104,6	44,0



Окончание табл. 6

1	2	3	4	5	6	7
<b>Березовые насаждения</b>						
9	Контроль	0 - 0,14	14	906,5	419,5	46,3
10	I	0,15 - 0,99	17	458,7	183,6	40,0
11	II	1,0 - 2,99	19	843,2	233,6	27,7
12	III	3 и более	20	506,3	103,9	20,5
<b>Смешанные насаждения</b>						
13	Контроль	0 - 0,14	21	336,1	63,1	18,8
14	I	0,15 - 0,99	17	133,4	40,7	30,5
15	II	1,0 - 2,99	18	213,5	44,2	20,7
16	III	3 и более	18	185,2	73,0	39,4

Для сосновых и березово-сосновых насаждений характерно увеличение доли злаков в надземной фитомассе ЖНП по мере увеличения плотности радиоактивного загрязнения. Для березовых насаждений характерна обратная закономерность.

#### Общие выводы

1. Радиоактивное загрязнение является одним из наиболее опасных для людей и окружающей среды видов загрязнений. В стабилизации, поглощении, перераспределении, консервации радионуклидов и самоочищении от них экосистем важную роль играют лесные насаждения.

2. Территория района исследований относится к Южно-Уральскому лесорастительному району лесостепной зоны, характеризуется континентальным климатом, разнообразием форм рельефа и почвенных разностей.

3. Основными лесообразующими породами являются береза (38425 га) и сосна (36236 га), на долю насаждений которых приходится 48,9 и 46,1% площади, покрытой лесной растительностью, соответственно.

4. Около 66,8% площади лесного фонда относится к разнотравно-липняковой группе типов леса и 14,2% - к ягодниковой, что свидетельствует о высоком потенциальном плодородии почв и производительности насаждений.

5. Территория района исследований неоднократно подвергалась радиоактивному загрязнению из-за неправильного хранения радиоактивных отходов и аварий на ПО «Маяк». Основная радиологическая опасность связана с радионуклидами стронция-90 и цезия-137, причем доля первого из них является преобладающей.

6. Загрязнение территории радионуклидами до  $0,99 \text{ Ки/км}^2$  не оказывает отрицательного влияния на приживаемость, сохранность и рост лесных культур сосны обыкновенной. При увеличении плотности загрязнения применяемая технология создания лесных культур малоэффективна и ее рекомендуется заменить на создание лесных культур крупномерным посадочным материалом без подготовки почвы.

7. Повышение плотности загрязнения радионуклидами выше  $1,0 \text{ Ки/км}^2$  приводит к увеличению в искусственных сосновых насаждениях надземной фитомассы ЖНП и доли в ней злаков, что повышает пожарную опасность и вызывает необходимость совершенствования противопожарного устройства территории.

8. Наиболее устойчивыми к радиоактивному загрязнению в условиях разнотравного типа леса района исследований являются смешанные березово-сосновые насаждения, которые в 85-летнем возрасте, даже при плотности загрязнения более  $3 \text{ Ки/км}^2$ , характеризуются I классом бонитета и имеют запас стволовой древесины около  $400 \text{ м}^3/\text{га}$ .

9. Березовые 81-86 - летние насаждения в условиях сосняка разнотравного характеризуются II классом бонитета во всех исследуемых зонах загрязнения. При увеличении плотности радиоактивного загрязнения сосновых насаждений выше  $1 \text{ Ки/км}^2$  их класс бонитета снижается с первого на второй.

10. В качестве главных пород при лесовыращивании в разнотравном типе леса на территории ВУРС рекомендуется использовать сосну обыкновенную.

венную и березу повислую, формируя из них смешанные березово-сосновые насаждения.

11. Сосна обыкновенная доминирует в подросте вне зависимости от состава древостоев и плотности загрязнения радионуклидами. Однако под пологом березняков и сосняков преобладает групповой подрост, что вызывает необходимость проведения мер содействия или искусственного лесовосстановления в случае гибели или сплошной рубки древостоя.

12. Минимальным количеством подлеска характеризуются березовые насаждения. При этом четкой зависимости видового состава и густоты подлеска с плотностью загрязнения радионуклидами не установлено.

13. Минимальное, по сравнению с сосняками и березово-сосновыми насаждениями, количество подроста и подлеска под пологом березовых насаждений объясняется максимальной надземной фитомассой ЖНП в абсолютно сухом состоянии во всех зонах загрязнения. При этом доля злаков в надземной фитомассе ЖНП березняков с увеличением плотности радиоактивного загрязнения уменьшается, а для сосняков и березово-сосновых насаждений характерна обратная закономерность.

14. Поскольку в ЖНП всех исследованных насаждений и зон загрязнения доминируют виды, имеющие важное хозяйственное значение (лекарственные, пищевые, кормовые, нектароносные и др.) необходимо постоянно проводить разъяснительную работу среди населения по недопущению сбора и использования недревесной продукции леса, за исключением насаждений, где плотность загрязнения радионуклидами не превышает  $0,14 \text{ Ки/км}^2$ .

#### **Список работ, опубликованных автором по теме диссертации**

*В журналах, рекомендованных ВАК:*

Ужгин Ю.В. Формирование искусственных насаждений в районе Восточно-Уральского радиоактивного следа / Ю.В. Ужгин, С.В. Залесов,

В.И. Крюк // Аграрный вестник Урала, № 10 (102), 2012. С. 44-46.

Залесов С.В. Искусственное лесовосстановление на территориях, загрязненных радионуклидами / С.В. Залесов, Ю.В. Ужгин, Е.С. Залесова // Современные проблемы науки и образования. 2014. № 2: URL: [www.science-education.ru/116-12329](http://www.science-education.ru/116-12329) (дата обращения 04.07.2014).

Ужгин Ю.В. Видовой состав и надземная фитомасса живого напочвенного покрова в 15-летних искусственных сосняках, подверженных радиоактивному загрязнению / Ю.В. Ужгин, С.В. Залесов, // Современные проблемы науки и образования. 2014. № 3: URL: [www.science-education.ru/117-13752](http://www.science-education.ru/117-13752) (дата обращения 04.07.2014).

Залесов С.В. Рост искусственных сосновых насаждений в районе Восточно-Уральского радиоактивного следа / С.В. Залесов, Ю.В. Ужгин // Аграрный вестник Урала, № 7 (125), 2014. С. 37-39.

*В прочих изданиях:*

Ужгин Ю.В. Сохранность и рост лесных культур сосны обыкновенной в районе Восточно-Уральского радиоактивного следа / Ю.В. Ужгин, С.В. Залесов // Актуальные вопросы сохранения биоразнообразия и ведения лесного хозяйства. - Щучинск: КАТУ им. С. Сайфуллина, 2012. С. 48-53.

Ужгин Ю.В. Влияние загрязнения радионуклидами на видовой состав и надземную фитомассу живого напочвенного покрова / Ю.В. Ужгин, С.В. Залесов // Научное творчество молодежи - лесному комплексу России: Мат. X Всерос. науч.-техн. конф. - Екатеринбург: Урал. гос. лесотехн. ун-т, 2014. Ч. 2. С. 184-186.

Подписано в печать 23.07.14 Объем 1,0 авт.л. Заказ № 203. Тираж 100.  
620100 Екатеринбург, Сибирский тракт, 37. ФГБОУ ВПО «Уральский государственный лесотехнический университет». Отдел оперативной полиграфии.