



значительным изменениям сред, в том числе и к необратимым последствиям при химическом и смешанном загрязнении. Разработка показателей аккумуляции загрязнителей, наиболее распространённых в Нечерноземье РФ, – основа для построения модели комплексного экомониторинга на территориях значительного антропогенного влияния, установления пределов накопительных возможностей составляющих биоты лесных сообществ.

Для производственных лесоводственных работ значительный интерес представляет накопление радионуклидов компонентами лесных ценозов, так как коэффициенты аккумуляции позволят совершенствовать систему лесной сертификации, разработать теоретические основы устойчивости лесов, создать систему аналитических данных мониторинга для прогнозирования состояния и его динамики в лесах при воздействии аварий на техногенных объектах.

Также важно обогатить сводку региональных данных в лесной экологии сведениями о видах-индикаторах, характеризующихся максимальной накопительной способностью по отношению к загрязнителям химической и смешанной природы для совершенствования сбора мониторинговых сведений, эффективной биоиндикации. Особенно актуальным является применение собранных и обработанных данных изысканий при разработке лесоводственных и лесохозяйственных мероприятий, обоснование планов по оптимизации лесного мониторинга и разработки практических рекомендаций лесопользователям, в том числе и населению.

Работа выполнялась в соответствии с плановой научно-исследовательской тематикой НИЛ внутривузовской лаборатории «Мониторинга сред обитания» (БГУ), а также в рамках Федеральной целевой программой по преодолению последствий техногенной аварии на Чернобыльской АЭС.

**Степень обоснованности и достоверности результатов исследования.** Обоснованность и достоверность полученных результатов не вызывает сомнений, обеспечена анализом большого объёма фактического материала, проведением собственных исследований, осуществлённых с помощью современных методов и методик в области экологических исследований, методов математической статистики и компьютерных программ. Научные положения и выводы диссертационной работы основаны



на достаточном для поставленных задач объёме научного обоснованного материала.

**Научная новизна** проведённых исследований и результатов работы несомненна, так как впервые подтверждена возможность использования биоиндикатора и показателей флуктуирующей асимметрии в диагностике радионуклидного загрязнения среды, представлены подробные характеристики аккумуляции тяжёлых металлов и радионуклидов биотой лесных сообществ, выделены накопители загрязнителей в зависимости от уровня загрязнения лесных местообитаний. На основе многолетних мониторинговых изысканий обработаны и представлены данные импактного мониторинга для долгосрочной оценки состояния лесных сообществ и их компонентов, подтверждены практические рекомендации по удалению загрязнителей из плодовых тел макромицетов, внесены дополнения в базу сведений о накоплении тяжёлых металлов компонентами древостоя и живого напочвенного покрова в лесах при воздействии промышленного и радионуклидного загрязнения.

Все результаты работ в натуральных и камеральных условиях, полученные и обработанные соискателем, являются новыми научными знаниями, имеющими важное прикладное значение, особенно для промышленного производства, а также эколого-геохимического и биологического мониторинга.

На основании основных заключений о научной новизне работы обоснованы защищаемые научные положения.

**Практическая значимость** диссертационной работы обоснована в области организации и осуществления экоаналитического мониторинга в лесах староосвоенного региона. Полученные соискателем базовые данные по импактному мониторингу позволили оценить текущее состояние лесных сообществ по накопительной характеристике их компонентов, установить наиболее информативные биоиндикационные признаки, выявить связь аккумуляции загрязнителей и биологических признаков объектов.

Данные особенностям миграционных потоков поллютантов в лесных сообществах апробированы в образовательных учебных заведениях Брянска, разработаны методические рекомендации по отдельным учебным курсам в высших учебных заведениях. Результаты экоаналитического мониторинга в лесных местообитаниях используются в работах специалистов, отвечающих

за качество среды и здоровье населения, в учебном процессе ФГБОУ ВО «Брянский государственный университет» в учебных дисциплинах по общей и прикладной экологии, экологическом мониторинге, по нормированию состояния окружающей среды.

Результаты многолетних исследований апробированы с докладами на международных, Всероссийских и региональных научных конференциях.

**Объем и структура диссертации.** Общий объем работы составляет 201 страницу компьютерного текста и включает общую характеристику работы, 4 главы, выводы, практические рекомендации, библиографический список, приложения. Основной текст диссертации изложен на 193 страницах машинописного текста. Список используемых литературных источников насчитывает 208 наименований, в том числе 38 – на иностранных языках. Текст иллюстрируют 61 таблица и 26 рисунков.

Оценка содержания диссертационной работы.

Во Введении изложена актуальность исследований, цель, задачи, научная новизна работы, основные сведения по апробации, объёме и структуре диссертации.

В **первой главе** «Аналитический обзор литературы» на основании литературных данных изложены основные базовые данные по организации лесного мониторинга, включает разносторонний анализ литературных источников по развитию экоаналитического направления в мониторинге загрязнения почв и биоты лесов. С ретроспективными обобщениями показана роль фитоценозов лесов, в том числе и на староосвоенных землях, в миграции загрязнителей, в депонировании поллютантов отдельными компонентами. Показано, что содержание радионуклидов (и тяжёлых металлов) зависит от ряда сопутствующих факторов, в том числе и биотического, а также микроклиматических показателей в лесах, выявлены данные по динамике радионуклидов в компонентах лесов на территориях, загрязнённых радионуклидами после техногенной катастрофы в 1986 года. Выяснено, что большинство авторов указывают на перспективность использования базидиомицетов как видов-индикаторов, рассмотрены основные методические подходы к оценке воздействия антропогенной деятельности на леса и принятия решений по эффективному управлению с использованием современной эколого-аналитической информационной системы.



Таким образом, на основе литературного обзора определены основные вопросы и задачи, рассмотрение которых создаст прецедент для мониторинга миграционных процессов поллютантов в лесных сообществах, обновления базы аналитических данных по аккумуляции загрязнителей, рекомендаций по фиторемедиации.

Замечаний по обзору литературных источников в свете проблемы исследований нет.

В главе 2 «Природные условия района исследования и экологические факторы формирования водной растительности» сделан обзор природно-климатических условий, в которых формируются сообщества лесов, дана характеристика типам лесов в зоне хвойно-широколиственных лесов. Систематизированы сведения о накопительных возможностях живого напочвенного покрова лесов в условиях ландшафтно-географических особенностей Брянской области, о динамике радионуклидного загрязнения районов области и лесов во временном разрезе, информация обобщает данные о состоянии лесов при техногенном и сочетанном загрязнении. Вся информация в обзоре литературных источников подробна, информативна и отмечает связи между разнообразием стрессовых факторов и накоплением загрязнителей, о буферной роли лесных сообществ в миграции трансграничных поллютантов.

Замечания по тексту 2 главы: необходимо дать отдельный лист значения сокращений, применяемых в тексте, а также показать в графическом материале типологию лесов, где были заложены пробные площади.

В третьей главе «Материалы, методы, методики и объекты исследований» (с. 76-85) приведены подробные характеристики общенаучных, лабораторно-химических и экологических методов и методик исследования.

Примечательно, что в работе использованы сертифицированные методики, поверенное приборное оборудование и подробно описаны эколого-аналитические методики по обнаружению валового содержания тяжёлых металлов и установлению удельной активности радионуклидов (спектрофотометрический анализ, гамма-спектрометрический анализ).

Приведены направления исследований в виде плана в соответствии с поставленными задачами, рассмотрены методики пробоотбора,

лесотаксационная характеристика пробных площадок, в том числе и радиоэкологическими условиями. Внимание уделено и определению степени рекреационной нагрузки, лесопатологического состояния, описана методика флуктуирующей асимметрии. Указаны формулы для расчёта индексов накопления и поглощения, методы математической обработки данных.

В целом содержание главы позволяет констатировать значительный объём выполненных работ в камеральных условиях и в лесах различной степени антропогенной преобразованности.

Замечание по главе: соискателем не определены преимущества коэффициентов, рассчитываемых для установления эффективных накопителей поллютантов в лесных местообитаниях; имеется ли различия при расчёте коэффициента перехода для радионуклидов и для тяжёлых металлов.

**Четвертая глава** «Результаты исследований» из шести подпунктов (с. 87- 155) раскрывает значение сведений по анализу фактического материала аккумуляции загрязнителей различной природы в компонентах лесных сообществ в Брянской области, обоснование количественной методики биоиндикации в диагностике загрязнения.

В подразделах главы раскрывается роль живого почвенного покрова в городских лесах (зелёных зонах) в накоплении тяжёлых металлов (ТМ), выявлена роль мохообразных в изменении миграционных потоков поллютантов. Анализ дан для лесных ценозов с определённой степенью рекреационной и радионуклидной нагрузки (с разными значениями мощности экспозиционной дозы).

В рамках процессов эконормирования показаны количественные характеристики аккумуляции ТМ элементами биоты лесов в санитарно-защитной зоне предприятия и на мониторинговом расстоянии от объекта.

Автором показана зависимость аккумулятивной способности биоты от возрастных и видовых особенностей растений.

Для антропогенно-преобразованных лесных местообитаний, а также в ландшафтах, претерпевших воздействие загрязнений от техногенной катастрофы, выяснены показатели накопления радионуклидов древесным ярусом из фоновых видов растений. Установленные факты различной по значениям активности радионуклидов, коэффициентов накопления и поглощения позволяют сформулировать положение о радиационном



контроле лесоматериалов, учитывать различные радиационные характеристики для различных частей побегов деревьев, а также их возраста.

Соискатель уделила особое внимание роли шляпочных грибов (базидиомицетов) в аккумуляции загрязнителей, наиболее распространённых в лесах с химическим и сочетанным загрязнением. В подразделе 4.5 «Роль грибов в миграции радионуклидов в лесных экосистемах» указана ценная информация, позволяющая дополнить сведения о эколого-химических исследованиях макромицетов и установлению видов-накопителей, встречающихся в зоне хвойно-широколиственных лесов, проследить динамику аккумуляции и сформулировать мероприятия по устранению радионуклидов из грибного сырья.

В подпункте 4.6 «Особенности накопления высшими грибами тяжелых металлов» впервые обнародована информация, ранее не исследовавшаяся, по содержанию ТМ в плодовых телах макромицетов в зависимости от стрессовой нагрузки. Исследования в целом показали значительные различия по содержанию ТМ и радионуклидов в базидиомах грибов различных видов, а также от плотности загрязнения почвенного покрова.

Исследованиями показано, что некоторые из видов базидиомицет могут быть использованы как биоиндикаторы.

В целом эти характеристики аккумулятивной возможности базидиомицетов – основа санитарно-гигиенического нормирования загрязнителей, так как нормы валового содержания тяжёлых металлов и радионуклидов для объектов растительного происхождения и грибов нечётко выяснены.

В пункте 4.3 «Расчет величины интегрального показателя стабильности развития березы повислой (*Betula pendula* Roth.)» проведена апробация методики флуктуирующей асимметрии для лесных местообитаний с разным уровнем радионуклидного загрязнения, выяснена возможность использования фонового биоиндикатора лесов различных типов – берёзы повислой – для общей диагностики загрязнения.

Также впервые за многолетнюю историю наблюдений выявлены значения удельной активности радионуклидов в побегах модельного объекта индикации в течение длительного времени после техногенной катастрофы.

Замечания по главе 4.

1 В тексте главы употребляются латинские и русские наименования таксонов, целесообразно в дальнейшем использовать только латинскую номенклатуру.

2 Автор не делает выводов о превышении санитарно-гигиенических нормативов по тяжёлым металлам и радионуклидам в биомассе изученных объектов лесных местообитаний.

Работа завершается грамотно сформулированными выводами, отражающими ход исследований и обработку данных, ясно отражают результаты. Все выводы подтверждены обработанными и представленными данными, которые позволили соискателю выявить перспективы лесного экоаналитического экомониторинга.

В тексте работы присутствует достаточное количество таблиц, схем и рисунков, которые хорошо воспринимаемы и дополняют текстовые характеристики. Приложение и список литературы оформлен грамотно. Автор корректно оформляет ссылки на источники литературы, что позволяет отследить содержание исходных материалов.

Практические рекомендации производству, завершающие теоретические обоснования работы, подкреплены значительным объёмом информации, апробированы в реальных условиях мониторинга, закладывают основу экоаналитических наблюдений, экоконтроля в лесных местообитаниях.

Автореферат полностью отражает содержание диссертации. Работа оформлена в соответствии с требованиями государственного стандарта.

Общие замечания по содержанию диссертационной работы.

1 В тексте диссертационной работы не расшифрован ряд сокращений.

2 Соискателем недостаточно полно обоснован видовой состав макромицетов, базидиомы которых использовались для выявления аккумуляции загрязнителей.

**Заключение о соответствии диссертации требованиям «Положения ... ВАК РФ».** Анализ научной работы Брыловой Анастасии Андреевны показал, что диссертационное исследование выполнено на актуальную тему, проведены на высоком методическом и теоретическом уровнях. Материал, представленной в работе А.А. Брыловой, позволил получить новые теоретические и практико-ориентированные сведения по вопросам



аккумуляции поллютантов в общем миграционном потоке тяжёлых металлов и радионуклидов в лесных местообитаниях, пополнить базу импактного экомониторинга. Содержание представленной к защите работы логично построено, продумано, диссертационные главы заканчиваются выводами, что в значительной мере облегчает восприятие работы. Правильность выбранных методов, методик исследований, обработка полученных данных, их интерпретация и обобщение результатов позволило грамотно выполнить работу. Представленный материал позволил получить новые теоретические и практические знания по экологической оценке накопления тяжёлых металлов и радионуклидов в общем мониторинге лесных сообществ территорий с химическим и сочетанным загрязнением. Все лабораторные исследования и анализы выполнены с помощью стандартизированных химических, физико-химических, фотометрических методов с применением современного научного оборудования и компьютерных программ. В результате выполнения большого объёма научных исследований соискателем получен обширный мониторинговый материал с использованием фиксированных и временных пробных площадей, дополняющий дефицит информации в области лесной экологии.

По теме диссертационного исследования опубликовано достаточное число работ, в том числе 3 – в изданиях Перечня ... ВАК РФ.

Отмеченные замечания не снижают ценности и достоинства выполненной работы. Работа А.А. Брыловой – законченный научно-квалификационный труд, содержащий новизну и практическую значимость, решающий актуальные проблемы по исследованию депонирующей роли компонентов лесных сообществ для разработки мероприятий по экоконтролю и ремедиации местообитаний, дополнений в сведения по санитарно-гигиеническому нормированию.

Диссертационная работа полностью соответствует требованиям пп.9-14 «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации от 24.09.2013 г. №842, предъявляемым к диссертациям на соискание степени кандидата (доктора) биологических наук, а её автор – Брылова Анастасия Андреевна – заслуживает присуждения ему учёной степени кандидата биологических наук по специальности 03.02.08 – Экология (биология) за выявление вклада отдельных компонентов лесных сообществ в депонирование тяжёлых

металлов и радионуклидов, а также систематизацию информации для долгосрочного прогнозирования в экомониторинге.

Материалы диссертационной работы и отзыв на диссертацию А.А. Брыловой «Экологическая оценка аккумуляции поллютантов компонентами лесных экосистем (на примере Брянской области)» рассмотрены, обсуждены и одобрены на заседании кафедры промышленной экологии и техносферной безопасности ФГБОУ ВО «Брянский государственный инженерно-технологический университет», протокол №1 от 30.08.2018 г.

Отзыв составлен:

Профессором кафедры промышленной экологии и техносферной безопасности  
Федерального государственного бюджетного  
образовательного учреждения высшего образования  
«Брянский государственный инженерно-технологический  
университет», доктором биологических наук  
(специальность 03.02.08 Экология  
(биологические науки)), доцентом

Романенко  
Александром Алексеевичем

доцентом кафедры ландшафтной архитектуры и  
садово-паркового строительства  
Федерального государственного бюджетного  
образовательного учреждения высшего образования  
«Брянский государственный инженерно-технологический  
университет», кандидатом биологических наук  
(специальность 03.02.08 Экология  
(биологические науки))

Скок  
Анной Витальевной

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Брянский государственный инженерно-технологический университет»  
адрес: 241037, г. Брянск, проспект Станке Димитрова, 3  
тел. (факс): (4832) 74-67-44 E-mail: mail@bgiu.ru

30.08.2018 г.

