Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение

высшего профессионального образования

БРЯНСКАЯ ГОСУДАРСТВЕННАЯ ИНЖЕНЕРНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ АКАДЕМИЯ

На правах рукописи

Дорохов Кирилл Викторович

ВЛИЯНИЕ ГРУППЫ АНТРОПОГЕННЫХ ФАКТОРОВ НА ДИНАМИКУ ПОЧВЕННОЙ МЕЗОФАУНЫ СОСНЯКОВ ЕВРОПЕЙСКОЙ ПОДЗОНЫ ШИРОКОЛИСТВЕННЫХ ЛЕСОВ

06.03.02 – Лесоведение, лесоводство, лесоустройство и лесная таксация

Диссертация на соискание ученой степени
кандидата сельскохозяйственных наук

Научный руководитель –
доктор сельскохозяйственных
наук, профессор,
Шелухо В.П.

Брянск – 2015

Содержание

Введение……..……. 4

1 Состояние вопроса исследований……. 9

2 Характеристика района исследований…….. 22

2.1 Природно-климатическая характеристика…… 22

2.2 Таксационная характеристика и состояние лесного фонда Калужской и Брянской областей…… 25

3 Методика выполнения исследовательских работ……. 29

4 Влияние низовых пожаров на состояние насаждения и динамику почвенной мезофауны……. 38

4.1 Влияние низовых пожаров на санитарное состояние древостоев.. 38

4.2 Влияние низовых пожаров на живой напочвенный покров…… 44

4.3 Влияние таксационных характеристик насаждения на показатели почвенной мезофауны после воздействия низовых пожаров……. 54

4.4 Влияние низовых пожаров на динамику почвенной мезофауны… 56

5 Влияние рубок леса на растительность и динамику почвенной мезофауны……. 73

5.1 Влияние добровольно-выборочных и сплошных рубок леса на санитарное состояние древостоев…….. 73

5.2 Влияние добровольно-выборочных и сплошных рубок леса на живой напочвенный покров…… 76

5.3 Влияние добровольно-выборочных и сплошных рубок леса на динамику почвенной мезофауны…… 81

6 Влияние рекреации на состояние насаждения и динамику почвенной мезофауны …….. 89

6.1 Влияние рекреации на санитарное состояние древостоев……... 89

6.2 Влияние рекреации на живой напочвенный покров…… 91

6.3 Влияние рекреации на динамику почвенной мезофауны……. 96

7 Сравнительное влияние группы изученных антропогенных факторов на компоненты лесного биогеоценоза…… 107
7.1 Сравнительное влияние группы изученных антропогенных факторов на санитарное состояние древостоев…… 107
7.2 Сравнительное влияние группы изученных антропогенных факторов на структуру живого напочвенного покрова …… 108
7.3 Сравнительное влияние группы изученных антропогенных факторов на динамику почвенной мезофауны и биологический круговорот веществ…… 111
8 Выводы и рекомендации по результатам исследований……. 125
8.1 Выводы по результатам исследований…….. 125
8.2 Общие рекомендации по использованию динамики мезофауны в экологическом мониторинге и лесохозяйственном производстве.. 126
Заключение……. 128
Список использованных источников……. 129
Приложения……. 151
Приложение А (справочное) – Форма учета почвенной мезофауны на площадках…… 152
Приложение Б (обязательное) – Сводная ведомость ПП, заложенных для изучения влияния низовых устойчивых пожаров на компоненты лесного БГЦ…… 153
Приложение В (обязательное) – Видовое разнообразие мезофауны на ПП при изученных антропогенных воздействиях…….. 156

Введение

Актуальность темы. Устойчивость и стабильность лесных экосистем обеспечивается различными видами сбалансированных биогеохимических круговоротов веществ. Почвенные беспозвоночные принимают активное участие в деструкции опада и организации круговорота элементов питания, образовании и повышении плодородия почв. Многие представители почвенной мезофауны относятся к насекомым-вредителям леса.

Интенсивность обменных процессов между растительностью и почвой напрямую зависят от численности, видовой и функциональной структуры почвенной мезофауны. Однако, почвенные беспозвоночные подвержены воздействию ряда факторов, в числе которых термические условия местообитания, состав растительности всех ярусов, а также антропогенные воздействия.

Объектами исследования являются сосновые насаждения после воздействия низовых устойчивых пожаров различной интенсивности, рекреационных нагрузок, различных видов рубок леса, а также комплексы почвенной мезофауны в них. Объекты расположены в Опытном участковом лесничестве ГКУ Брянской области «Учебно-Опытное лесничество», в Думиничском участковом лесничестве ГКУ Калужской области «Думиничское лесничество» и в Каменском участковом лесничестве ГКУ Калужской области «Козельское лесничество».

Предмет исследования – оценка изменчивости параметров почвенной мезофауны после низовых пожаров, рекреационных нагрузок и различных видов рубок леса.

Цель работы – оценка вариации видового разнообразия, плотности поселения, структуры почвенной мезофауны в сосновых насаждениях европейской подзоны широколиственных лесов в связи с воздействием на леса антропогенных нагрузок различного вида.

Для достижения поставленной цели были сформулированы следующие *задачи:*

1. Провести лесопатологическую таксацию и обследование насаждений, подверженных группе факторов антропогенного воздействия;

2. Изучить динамику состояния древостоев и живого напочвенного покрова при воздействии группы антропогенных факторов;

3. Исследовать динамику почвенной мезофауны при воздействии устойчивых низовых лесных пожаров различной интенсивности;

4. Определить влияние рекреационных нагрузок, добровольно-выборочных рубок слабой интенсивности, сплошных санитарных рубок и сплошных рубок спелых насаждений на видовой состав, функциональную структуру и плотность мезофауны;

5. Обосновать рекомендации по использованию динамики мезофауны в экологическом мониторинге и лесохозяйственном производстве.

Научная новизна и теоретическая значимость. Впервые на территории Брянской и Калужской областей исследовано комплексное влияние устойчивых низовых пожаров, добровольно-выборочных рубок слабой интенсивности, сплошных санитарных рубок, сплошных рубок спелых насаждений и рекреации на α-разнообразие, плотность поселения и структуру почвенной мезофауны в сосновых насаждениях. Получены новые данные, отражающие изменения компонентов лесных биогеоценозов, в том числе состава и структуры комплексов мезофауны, в связи с видом и интенсивностью антропогенного воздействия.

Защищаемые положения:

1. Изменение растительности и комплекса почвенной мезофауны при устойчивых низовых пожарах различной интенсивности и давности.

2. Воздействие добровольно-выборочных, сплошных санитарных рубок и сплошных рубок спелых насаждений на состояние растительности, α-разнообразие и трофическую структуру мезофауны.

3. Динамика состояния древостоя, живого напочвенного покрова, α- разнообразия, функционально-трофической структуры и плотности мезофауны при допустимых рекреационных нагрузках на сосновые леса.

Практическая значимость. Полученные данные целесообразно использовать при экологическом и лесопатологическом мониторингах, применять для прогнозирования последствий лесохозяйственных и иных воздействий на сосновые леса. Составленный фаунистический список почвенной мезофауны сосняков может использоваться для дальнейшего изучения комплексов беспозвоночных Брянской и Калужской областей. Результаты исследований могут использоваться при обучении студентов по направлениям подготовки «Экология», «Лесное дело».

Обоснованность выводов и достоверность результатов исследований подтверждается достаточным объемом полевых данных, собранных по общепринятым апробированным методикам, обработанных статистически и с использованием современных методов анализа.

Личный вклад автора. Все этапы работы над диссертацией выполнены автором или при его непосредственном участии.

Соответствие содержания диссертации паспорту специальности, по которой она рекомендована к защите. Изучалась роль различных антропогенных воздействий (допустимых рекреационных нагрузок, устойчивых низовых пожаров антропогенного происхождения, добровольно-выборочных рубок слабой интенсивности, санитарных сплошных рубок, сплошных рубок спелых насаждений и влияние технологических коридоров для лесозаготовительной техники) как экологических факторов в динамике плотности и в структуре почвенной мезофауны, являющейся основой животного населения почв. Определены направления изменения популяций деструкторов опада и вредителей леса, а также разработаны рекомендации по их регулированию при воздействии изученных экологических факторов. Диссертационная работа соответствует паспорту специальности 06.03.02 «Лесоведение, лесоводство, лесоустройство и лесная таксация» п. 3 – Роль экологических факторов в жизни леса и их изменений под влиянием лесохозяйственных мероприятий и применяемых механизмов, п. 7 – Взаимосвязи между

лесом и фауной, регулирование численности популяций и разработка мер, ограничивающих вредную деятельность животных.

Связь с научными программами и плановыми научными исследованиями. Работа выполнялась в рамках научно-исследовательской тематики БГИТА №060303 «Научное обоснование управления и мониторинга биоресурсов на популяционно-ландшафтной основе в 2012…2014 гг.».

Апробация работы. Основные результаты исследований докладывались на международных научно-практических конференциях: «Леса Евразии – Брянский лес» (Брянск, 2011 г.), «Инновационная наука и современное общество» (Уфа, 2013 г.), «Лесное хозяйство Нижегородского Поволжья» (Нижний Новгород, 2013 г.), «Актуальные вопросы развития науки» (Уфа, 2014 г.), «Актуальные проблемы системы лесоуправления, лесопользования, ландшафтной архитектуры» (Брянск, 2014 г.).

Материалы исследований представлялись на Открытом международном конкурсе дипломных работ и проектов среди высших учебных заведений лесного профиля государств-участников СНГ, посвященном Международному году лесов, по специальности «Лесное хозяйство» («Лесное дело») 2011 г. (отмечены дипломом I степени), на ежегодном Открытом конкурсе на лучшую научную работу аспирантов и молодых ученых по естественным, техническим и гуманитарным наукам (отмечены призовыми местами) (Брянск, 2013…2014 гг.), результаты исследований выдвинуты на конкурс научных и опытно-исследовательских проектов аспирантов, молодых ученых научно-исследовательских институтов и организаций, находящихся в ведении Рослесхоза в номинации «Охрана и защита леса» (2014…2015 гг.)

Внедрение результатов исследований в практику. Результаты исследований внедрены в учебный процесс Брянской государственной инженерно-технологической академии по направлению подготовки студентов «Лесное дело» по дисциплине «Экология» в раздел «Рекреационное использование лесов», по дисциплине «Лесопатологический мониторинг» в раздел «Динамика лесных биогеоценозов с нарушенной устойчивостью» (подготовлены методические указания

по НИРС (утв. научно-методическим советом БГИТА протокол №1 от 30.01.2014)). Составлен аннотированный список видов почвенной мезофауны сосняков зеленомошной группы типов леса Брянской и Калужской областей, ослабленных антропогенными воздействиями.

Публикации. По теме диссертации опубликовано семь научных статей, в том числе две – в научных журналах, включённых ВАК РФ в список изданий, рекомендуемых для опубликования основных научных результатов диссертации на соискание ученой степени кандидата и доктора наук. Результаты опубликованных научных работ, использованные в диссертации, выполнены соискателем ученой степени не менее чем на 80% (в соавторстве с Шелухо В.П.), не менее чем на 50% (в соавторстве с Кистерным Г.А.).

Объем и структура диссертации. Диссертация изложена на 161 странице, состоит из введения, восьми глав, заключения, списка использованных источников и трех приложений; включает 25 таблиц и 31 рисунок. Список использованных источников – из 172 наименований, в том числе 11 – на иностранных языках.

Благодарности. Автор выражает отдельную благодарность научному руководителю доктору с.-х. наук, профессору Шелухо В.П. за помощь в проведении исследований и анализе результатов, кандидату с.-х. наук, доценту Кистерному Г.А., сотрудникам кафедры Лесозащиты и охотоведения БГИТА, кандидату с.-х. наук, доценту Соломникову А.А. и начальнику информационно-аналитического отдела филиала «ФБУ Рослесозащита» – «ЦЗЛ Калужской области» Кучуку В.А. за практическую помощь и консультации в процессе анализа результатов исследований, коллективу ГКУ КО «Думиничское лесничество» за сотрудничество, кандидату с.-х. наук, доценту Глазуну И.В. и ведущему специалисту ФГБУ «Брянская межобластная ветеринарная лаборатория» Селедцовой В.Н. за помощь в определении полевых сборов.

1 Состояние вопроса исследований

Исследования экологии почвообитающих беспозвоночных начались в позапрошлом столетии (Шелухо, Лавров, 1997). С самого начала они были ориентированы на выяснение роли животных в процессе разложения растительных остатков в почве и почвообразовании. Непосредственное участие в трансформации органического материала в почве принимают беспозвоночные – сапрофаги, питающиеся растительными остатками.

В 30-е годы XX века уже было собрано довольно много сведений о численности ряда групп животных в почвах разного типа, под различной растительностью, об экологических требованиях некоторых представителей почвенной фауны, об их деятельности в почвах и т. д.

М.С. Гиляровым (1965) была сформулирована концепция формирования в почвах разных природных районов специфических комплексов животного населения.

Почвенные беспозвоночные играют важную роль в разложении растительных остатков, трансформации органического материала, формировании гумусового горизонта и улучшении структуры почв, круговороте биогенных элементов и поддержании гомеостаза почвенной биоты в целом (Ткаченко,1952; Тихонов, 2011).

Данные о совокупности обитателей почвы могут служить дополнительным критерием направления и тенденций изменения структуры сообществ (сукцессий) под влиянием различных факторов (Дмитриенко, 1978; Ибрагимов, 2005; Шашков, 2011).

Формирование видового разнообразия животного населения под воздействием различных экологических факторов имеет важное теоретическое и практическое значение. Особенно важно выявление значения тех факторов, которые способствуют сохранению экологического равновесия и определяют сложные

биогеоценологические связи, обусловливающие высокую биологическую продуктивность в экосистемах (Пахомов, 2003).

Международные соглашения в области сохранения лесов, поддержания биологического разнообразия, устойчивого развития лесного сектора (Конвенции ООН по биоразнообразию и изменению климата, 1992; Конференция ООН по окружающей среде и развитию, 1992; Концепция устойчивого управления лесами РФ, 1998) определили на ближайшую перспективу в качестве основной задачи управление лесами с целью защиты биоразнообразия лесных экосистем и устойчивого их развития. Мониторинг окружающей среды включен в перечень первоочередных задач и критических технологий Российской Федерации (Основы политики РФ в области развития науки и технологий на период до 2010 года и дальнейшую перспективу, 2002).

Мезофауна – (от мезо... и фауна) понятие из классификации фауны по размерам. К мезофауне относятся, прежде всего, артроподы длиной до нескольких миллиметров (сообщества животных средних размеров – от 0,5 до 10 мм).

Среди мезофауны наибольшее значение в почве имеют люмбрициды, хилоподы и насекомые.

Исключительно велика роль дождевых червей в почвообразовании, черви составляют основу многих пищевых цепей. Среди червей различают обитателей подстилки и обитателей глубоких слоев почвы. Соотношение этих групп меняется в зависимости от почвенно-растительных условий. По данным В.Я. Шиперовича (1937) в сосновых лесах Брянской области их плотность достигает 16 шт./м^2. Эти малоподвижные животные, устойчивые к изменениям среды, − удобный объект для изучения антропогенных воздействий.

Многоножки – надкласс, объединяющий четыре самостоятельных класса трахейнодышащих членистоногих животных. Диплоподы играют огромную роль в почвообразовании, питаясь мертвыми растительными остатками и накапливая углекислый кальций. К классу хилопод относят хищные формы.

Насекомые – группа животных, в которой у большинства представителей (95%) жизненный цикл связан с почвой (Гиляров, Криволуцкий, 1985).

В настоящее время растет уровень антропогенного загрязнения и изменения окружающей среды. Изменения экосистем человечеством за последние полвека прошли быстрее и более широкомасштабно, чем в любой другой сравнимый отрезок времени (Отчет международного…, 2010).

Установлено, что в интактных природных экосистемах обилие почвенной мезофауны в существенной мере определяется биотическими факторами (на уровне групп организмов) – конкуренцией, трофическими связями и т. д., а также идущими процессами сукцессии. Функциональные реакции массовых групп почвенной мезофауны на действие одного и того же фактора в основном зависят от экологических условий местообитания (Зейферт, 2011).

Нарушения экологических связей и изменения пространственной структуры элементов лесного насаждения, вызванные антропогенным воздействием, влекут за собой перестройку в комплексе почвенных беспозвоночных, являющихся важным индикатором изменения окружающей среды и, что особенно важно, отражающим изменения фитоценоза на ранних этапах процесса.

Лесные пожары – основной и естественный фактор динамики и формирования лесных биогеоценозов (Валендик и др., 2000). Изменения в почвах, происходящие после пожаров, в значительной степени зависят от интенсивности пожара (Certini, 2005). Однако, как отмечают многие авторы, существует мало исследований, касающихся влияния пожаров разной интенсивности на почвенную биоту (Цветков и др., 2001; Богородская и др., 2006).

Отмечены большие изменения в составе и жизнедеятельности населения почв в результате пожаров и рубок леса (Мелехов, 1980).

За рубежом проведен ряд исследований с целью изучения изменений в результате пожаров в комплексах почвенной фауны (Viro, 1969; Beaudry, 1997; Swengel, 2001; Moretti, 2002; Malmström, 2006 и др.)

Многочисленные исследования, выполненные в области лесоведения, геоботаники, почвоведения, биогеографии и физиологии растений, позволяют рассматривать лесные пожары и вообще горение в лесу как важный эволюционно-

экологический непериодический фактор формирования растительности и среды обитания (Одум, 1968; Санников, 1973; Фуряев, 1996; Усеня, 2002).

Послепожарное восстановление толщины подстилки в сосновых лесах с сохранившимся древостоем происходит за менее продолжительный период по сравнению с сообществами, в которых древесный ярус разрушен в результате последнего пожара. Для сообществ сосновых лесов зеленомошной группы различие составляет примерно 50 лет (Горшков, 2001).

Большая часть активно движущейся мезофауны сосредоточена в напочвенно-подстилочном ярусе. Поэтому изменения состояния лесной подстилки, происходящие в результате низовых пожаров, оказывают влияние на динамику встречаемости и численности беспозвоночных.

Под воздействием пожаров комплексы почвенных животных претерпевают ряд существенных изменений, проявляющихся в снижении численности, видового разнообразия, трансформации трофической и экологической структуры (Безкоровайная, 2005; Мордкович и др., 2007; Краснощекова, 2009 и др.).

Результаты исследования трансформации комплексов почвенных беспозвоночных под воздействием пожаров в сосняках Енисейской равнины показали, что подзолы среднетаежных сосняков лишайниково-зеленомошных характеризуются низкой численностью мезоэдафона (66,5 экз./м^2), основу комплекса крупных беспозвоночных составляют муравьи (33%), паукообразные (27%) и жесткокрылые (18%); в среднетаежных сосняках лишайниково-зеленомошных пожары, независимо от их интенсивности, обусловливают снижение численности (8…20 раз) и разнообразия почвенных животных. В зависимости от интенсивности пожара количество видов снижается в 1,3…2 раза (Краснощекова, 2009).

На примере изучения населения мезопедобионтов Селенгинского среднегорья в Западном Забайкалье можно утверждать, что все виды антропогенного воздействия (пожары, посадка лесополос и др.) усиливают остепнение местности, выражающегося в росте доли участия степных видов в населении мезопедобионтов. Предложено в качестве объектов биомониторинга использовать такие характеристики населения мезопедобионтов, как видовой состав, численность доми-

нантных видов, соотношение жизненных форм и трофических групп (Дорджиева, 2002).

По результатам обследования почвенной мезофауны сосняков-горельников разного возраста в Костромской области отмечено, что во время зарастания сосняков-горельников после пожара, в ряду от молодого сосняка к сосняку-зеленомошнику приспевающему (70 лет) уменьшается количество видов почвенной мезофауны. Начальные стадии представляют собой открытые пространства, предпочитаемые лесными и полевыми ксерофилами. В средних по возрасту сосняках формируется комплекс почвенной мезофауны, состоящей как из полевых и луговых ксерофилов, так и из типично лесных мезофилов. В зрелом сосняке почвенная мезофауна представлена менее разнообразно, и в основном лесными видами. Фауна открытых пространств сменяется фауной лесных зрелых сообществ, происходит уменьшение видового разнообразия (Титков, Пономаренко, 1997).

Главный виновник лесных пожаров – человек. Наибольшее число пожаров происходит по вине населения, причем оно неуклонно растет, а в отдельные годы составляет более 70% (Мелехов и др., 2007).

Для России примерное соотношение площадей, охватываемых различными видами лесных пожаров, можно представить в следующем виде: низовые пожары – 86%; верховые – 10%; торфяные – 4% (Мелехов и др., 2007).

Низовые пожары оказывают на нижние ярусы леса более губительное действие, чем на древостой (Перевозникова и др., 2005; Дымова, 2008; Маркелова, 2012; Курненкова, 2014). Непосредственное воздействие пожара на древостой чаще проявляется в нанесении огневых повреждений (Перепечина, 2014).

В наших лесах сопротивляемость сосны огневому воздействию при низовых пожарах становится заметной к 50 годам. Если в 50-летних сосняках деревья неповрежденные и поврежденные, но сохранившие жизнеспособность, составляют несколько больше половины их общего количества, то в 100…170-летних сосняках эти категории составляли уже 3/4 всех деревьев (Мелехов и др., 2007).

Значительные изменения на сложившиеся в лесах потоки энергии оказывают проводимые рубки леса (Терехов, Луганский, 2010). Сплошные рубки древо-

стоев являются одним из мощных экзогенных факторов динамики лесных сообществ, обусловливающих трансформацию структурных компонентов лесных экосистем и нарушение их функциональной активности.

В Брянской области исследовано влияние интенсивности изреживания молодых насаждений на динамику численности главнейших групп почвенной мезофауны в смешанном нормальном (до полноты 0,7…0,8) насаждении в типе леса сосняк-брусничник (Лавров, 1968).

В типах леса, где развитие почв идет по элювиальному ряду, количество особей главнейших групп мезофауны на 1 $м^2$ находится в прямой зависимости от мощности перегнойно-аккумуляционного горизонта (A_1) и подстилки (A_{01}–A_{03}). (Лавров, 1968).

Слабое изреживание, когда вырубается до 15% деревьев, вызывает резкое снижение численности важных сапрофагов (дождевых червей, диплопод, личинок двукрылых). Одновременно происходит некоторое снижение численности многоножек и пауков, резкое нарастание численности муравьев (на 670%), фитофагов – личинок майского хруща (в четыре раза), личинок щелкунов (в два раза). Умеренное изреживание, когда вырубается до 20…30% деревьев, способствует увеличению численности дождевых червей, диплопод, геофилид, пауков, хрущей (кроме майского), заметно возрастает количество муравьев, щелкунов. Сильная рубка, когда вырубается 40…70% деревьев, вызывает незначительное против контроля увеличение дождевых червей, пауков, щелкунов, муравьев и жужелиц (Лавров, 1968).

Таким образом, зная почвенно-зоологический комплекс групп и популяций мезофауны сосняков, можно заранее, планируя степень изреживания чистых и смешанных молодняков во время рубок ухода, предвидеть, какие изменения в количественном и качественном составе мезофауны они вызовут, т. е. можно управлять и направленно изменять динамику численности популяций мезофауны путем лесохозяйственных воздействий (Лавров, 1968).

Обследование 5…19-летних лесосек после проходных и постепенных рубок в Московской области на дерново-подзолистых среднесуглинистых почвах при

изучении влияния механизированной трелевки на почвенную мезофауну показало следующее. Трелевка деревьев в зимний период, при которой не происходит изменения поверхности почвы, не вызывает значительных изменений в комплексах почвенных беспозвоночных животных. Спустя 11…19 лет после трелевки в бесснежный период общая численность педобионтов на волоках превышает численность под пологом древостоя как в межколейном пространстве, так и в колеях волоков. Укладка порубочных остатков способствует большему возрастанию общей численности педобионтов: на волоках, укрепленных порубочными остатками, она на 74…250% выше, чем под пологом древостоя, в то время как на волоках без специальной укладки порубочных остатков – на 17…104% (Белохвостова, 1984).

Исследования насекомых сосновых лесов средней подзоны тайги Республики Коми показали, что в естественных малонарушенных сосновых лесах обитает наибольшее число видов насекомых (665 шт.), в естественных нарушенных – значительно меньше (397 шт.), еще меньше в сосняках искусственного происхождения (284 вида). Доля фитофагов по отношению к другим комплексам выше в естественных нарушенных, энтомофагов – в естественных малонарушенных лесах (Юркина, 2009).

Необходимо отметить, что представители различных научных школ использовали различные методы учета почвенных жесткокрылых (Шабалин, 2008). Представители школы академика М.С. Гилярова использовали метод послойной разборки почвы (Перель, 1962; Курчева, 1971, Соколов, 1988), в отличие от С.Ю. Стороженко и С.К. Холина, использовавших почвенные ловушки для выяснения фаунистического состава отдельных участков (Стороженко и др., 2003; Холин, 1993). Использование различными авторами разных методов учета осложняет возможность сравнения результатов.

Некоторые авторы отмечают, что при антропогенном воздействии на природные экосистемы не всегда происходит снижение видового разнообразия (Дмитриев, 1959; Стебаев, 1959; Соколов, 1988; Холин, 1993).

Энтомофауна лесных экосистем включает обязательный набор из четырех биоценотических комплексов насекомых: фитофагов, энтомофагов, сапрофагов,

мицетофагов. Отсутствие даже одной из них говорит о нарушениях на экосистемном уровне. В малонарушенных естественных лесах соотношение между количеством видов фитофагов, энтомофагов, сапрофагов и ксило-мицетофагов составляет пропорцию 5,0:3,5:1,0:0,5 (Юркина, 2009). При слабой нарушенности лесов энтомоценоз реагирует изменением видового состава в пределах отдельных биоценотических комплексов и групп, число видов фитофагов уменьшается, а их доля в составе комплекса возрастает. В нарушенных естественных лесах меняется соотношение и ценотическая значимость видов насекомых. Главную роль играет степень и характер антропогенного воздействия. Во всех лесах доминантами и субдоминантами являются виды, принадлежащие группе фитофагов и энтомофагов (Юркина, 2009).

Растущая урбанизация приводит к увеличению площадей городских и пригородных лесов, находящихся в рекреационном пользовании. Опасность деградации лесных биогеоценозов, обеднения флористического состава и нарушения почвенного покрова обусловливает актуальность изучения последствий рекреационного влияния на леса и лесопарки (Лысиков, 2006, 2009).

Рекреационное воздействие отражается на состоянии лесной подстилки, приводя к сокращению ее запасов, а иногда даже и к полному ее исчезновению. В результате вытаптывания происходит уплотнение почвы и, как следствие, – снижение её влажности и водопроницаемости (Александрович, 2010).

Исследования в Брянском лесном массиве показали, что воздействие рекреации сопровождается значительными количественными и качественными изменениями почвенно-зоологических комплексов лесных биогеоценозов и экосистем. При усилении рекреации почвеннно-зоологические комплексы деградируют (Лавров, 1968).

В некоторых работах освещены проблемы влияния химического загрязнения на почвенную мезофауну (Иванов, Кистерный, Паничева, 2008; Шелухо, Кистерный, 2002; Демаков, 2013).

Ряд работ за пределами Брянской области посвящен оценке динамики почвенной мезофауны в различных лесорастительных зонах. Количественный видо-

вой состав сообществ мезопедобионтов Дальнего Востока изучался Г.Н. Ганиным (2009). Изучением качественного и количественного состава групп беспозвоночных Красноярска с характеристикой трофической структуры педокомплексов занималась О.П. Горлова (2000), изучением динамики численности почвенной мезофауны в среднетаежных лесах республики Коми – Долгин (2012). Р.О Бутовским (2001) исследовалась устойчивость комплексов почвообитающих членистоногих к антропогенным воздействиям. Исследования сообществ почвенной мезофауны проводились в лесопарковых зонах Ростова-на-Дону (Сизова и др. 2011). Исследования почвенной мезофауны таежных почв Сибири (Мордкович, Корсунов, 1983) показали, что основу мезофауны сверхмощных дерново-подзолистых почв таежной зоны составляют три группы беспозвоночных. Наиболее богаты по видовому разнообразию и числу особей личинки мух. Вторая по значению группа мезофауны представлена кольчатыми червями. Третьей группой, отличающейся высокой численностью в почвах тайги, являются личинки жуков. Ведущей группой, как и в европейской тайге, являются щелкуны (Elateridae) и долгоносики (Curculionidae).

Ценные результаты для использования в биоиндикации и биодиагностике лесных экосистем получены М.М. Алейниковой, В.С. Порфирьевым, Н.М Утробиной (1979), И.Х. Шаровой (1981), Е.Н. Мишустиным (1984), Л.Б. Рыбаловым (1994), Б.Р. Стригановой (2005), В.А. Матвеевым (2011) и др. при исследованиях разнообразия почвенной фауны лесных сообществ, изучении её структуры и устойчивости к различным экологическим факторам в различных частях РФ.

По результатам изучения сезонной и многолетней динамики численности и структуры эпигеобионтной мезофауны в основных типах леса Воронежского заповедника установлено, что сосняки-зеленомошники отличаются устойчивой трофической структурой, а также наибольшей сезонной устойчивостью общей плотности, т.е. общая плотность колеблется на протяжении сезона в наименьших пределах (Емец, 1992...1997).

Семейство жужелиц (Carabidae) – это обширнейшее семейство, насчитывающее свыше 21000 видов в мировой фауне (Крыжановский, 1976). Большинство

жужелиц – обитатели поверхности почвы, где протекают важнейшие для биогеоценозов процессы трансформации органических веществ. Это определяет роль жужелиц как хороших индикаторов почвенно-растительных и климатических условий (Гиляров, 1965). Жужелицы играют существенную роль в биоценозах главным образом как хищники, регулирующие численность многих групп беспозвоночных животных (Грюнталь, 2010; Колесникова, 2010; Бабенко, 2014).

С 1959 г. И.Х. Шаровой началось планомерное изучение биоценотических комплексов жужелиц в разных районах подзоны хвойно-широколиственных лесов с использованием стандартной методики сборов (почвенные пробы и ловушки).

Установлено, что зональные спектры жизненных форм имаго жужелиц по числу видов закономерно меняются от зоны к зоне. Жизненные формы класса зоофагов господствуют в тундровой зоне (93%), преобладают в подзоне хвойно-широколиственных лесов (75%), лесостепной (65%) и пустынной (68%), а в степной и полупустынной зонах они составляют около 50%.

Наблюдается зональная смена доминантных жизненных форм с наибольшим видовым многообразием. В тундровой зоне преобладают зоофаги из напочвенного яруса, в лесных – зоофаги из напочвенного и подстилочного ярусов (Шарова, 1981).

Почвенные жесткокрылые, являясь наиболее многочисленными и обычными обитателя подстилки, широко используются как модельные группы для изучения сообществ животных в бореальных экосистемах (Тихомирова, 1975; Стриганова, Порядина, 2005; Покаржевский и др., 2007). Они могут использоваться и как биоиндикаторы антропогенного воздействия на наземные экосистемы (Гонгальский, 2004; Шабалин, 2008).

В лесах Беловежской пущи среди беспозвоночных выделены три группы (дождевые черви, жуки-щелкуны, двукрылые), являющиеся хорошими индикаторами почвенных условий и использованные для диагностики почвенных процессов. В наиболее сухом типе – сосняке лишайниковом, отмечена наименьшая плотность почвенной мезофауны (243,3 экз./м^2). Наиболее плотно заселены почвы сосняка долгомошного – 585,5 экз./м^2. В средневозрастных монодоминантных

сосняках с упрощенной структурой фитоценоза прослеживается зависимость возрастания общей плотности и зоомассы беспозвоночных с увеличением влажности и богатства почвы (Козулько, 1996).

В сосняках кисличных плотность Diplopoda составляет всего 0,2…3,7 экз./м^2. В средневозрастном сосняке черничном их плотность увеличивается до 19,0 экз./м^2, а в сосняке долгомошном она достигает величины 92,5 экз./м^2. Подобных высоких значений плотности Diplopoda в сосняках с полным преобладанием в составе древостоя сосны в литературе не отмечено (Козулько, 1996).

В сосняках среди основных групп беспозвоночных массовыми являются насекомые (130,8…229,2 экз./м^2) и паукообразные (77,8…330,5 экз./м^2), что составляет соответственно 22,3…66,4% и 26,8…56,5% от общей плотности беспозвоночных. Из насекомых доминируют жесткокрылые (55,6…83,0%) и двукрылые (6,5…20,0%). Из жуков наиболее многочисленными являются стафилиниды, щелкуны, долгоносики и жужелицы, характерна низкая плотность дождевых червей (Козулько, 1996).

В средневозрастных сосняках Гомельской области численность почвенной мезофауны по мере увеличения увлажнения и приближения почвенно-грунтовых вод к поверхности почвы от сосняков мшисто-лишайникового к мшистому и черничному увеличивается, достигая максимума в последнем. Сосняк черничный отличается наибольшими показателями видового и общего разнообразия сообществ почвенной мезофауны. Преобладают личинки щелкунов. В сосновых молодняках наибольшая численность мезофауны отмечена в долгомошном и мшистом сосняках. В сосняке мшистом преобладают фитофаги – личинки долгоносиков и хрущей, в сосняке долгомошном – сапрофаги, представленные дождевыми червями. Динамика численности общих для средневозрастных сосняков и молодняков массовых видов неодинакова (Веремеев, 1984).

При изучении почвенной мезофауны в рекреационных сосняках Костромской области установлено, что индикатором нарушенности экосистемы может служить соотношение численности сапрофагов и хищников (Соколова, 2008).

По данным Лаврова М.Т. (1968) резкие амплитуды колебания численности фитофагов, зоофагов, некрофагов и сапрофагов наблюдаются не только между типами леса, но и в пределах каждого типа леса. Например, в сосняке-брусничнике численность фитофагов изменяется в высокополнотных насаждениях от 195,5 на 1 м^2 в молодняках до 217,4 в средневозрастных и до 150,0 на 1 м^2 в спелых и перестойных. Наименьшая численность отмечена в низкополнотных спелых и перестойных насаждениях. Количество личинок майского хруща на 1 м^2 варьирует в высокополнотных насаждениях от 98,0 на 1 м^2 в молодняках, до 20,7 на 1 м^2 в средневозрастных и 12,0 в спелых и приспевающих. В низкополнотных спелых и перестойных насаждениях их численность 26,0 на 1 м^2. Количественный состав личинок других пластинчатоусых в высокополнотных сосняках-брусничниках варьирует от 220,0 на 1 м^2 в молодняках до 16,0 в средневозрастных и 39,2 на 1 м^2 в спелых и перестойных.

Выводы, полученные в результате исследования почвенной мезофауны Брянского лесного массива, могут быть распространены на территории областей, прилегающих к Брянской: Курской, значительной части Орловской, Калужской и Смоленской, Украинского и Белорусского Полесья (Лавров, 1968).

К настоящему времени отчасти изучено влияние пожаров на почвенную мезофауну (Титков, Пономаренко, 1997; Дорджиева, 2002; Безкоровайная, 2005; Мордкович и др., 2007; Демаков, 2007; Краснощекова, 2009 и др.), изменения в структуре и составе эпигеобионтной мезофауны, происходящие при рекреации (Лавров, 1968; Шарова 1981; Бутовский, 2001; Зейферт, 2011; Хабибуллина, 2012 и др.), и очень мало данных о реакции педофауны на лесохозяйственные мероприятия в лесах (Лавров, 1968; Белохвостова, 1983; Юркина, 2009). В Брянской и Калужской областях проводились некоторые работы по выявлению фаунистического состава и приуроченности видов к конкретным типам леса и имеются только отдельные исследования о динамике видового состава почвенной мезофауны при воздействии факторов антропогенной природы.

Антропогенные трансформации лесных экосистем в сосняках, как правило, носят регрессивный характер. Роль антропогенных воздействий на леса заключа-

ется в прямом воздействии на биогеоценоз и опосредованном влиянии на почвенную мезофауну через изменение сомкнутости полога древостоев и нарушение структуры и состава живого напочвенного покрова, что сказывается на структуре и функционировании комплекса почвенной мезофауны.

Сведения, которые были накоплены в результате предшествующих исследований, касаются численности, экологических особенностей и функций почвенных беспозвоночных, а также разнонаправленного антропогенного воздействия и влияния пожаров на почвенных беспозвоночных. Ряд данных был получен в середине прошлого столетия, некоторые имеют широкую географическую разобщенность между собой, часть – проводились за границами территории России, другие дают фрагментарные представления об интересующей проблеме.

Ввиду недостаточной изученности почвенной мезофауны хвойных насаждений лесов европейской части России при воздействии различных антропогенных факторов (в том числе рекреации и рубок леса) и необходимости выявления встречаемости и активности таксономических групп и видов-индикаторов становятся актуальными исследования состояния комплексов почвенной мезофауны европейской подзоны широколиственных лесов.

Работа, начатая в рамках данного исследования, призвана проанализировать комплексно спектр антропогенных воздействий, заключающихся в пирологическом воздействии, рекреационном прессинге, а также во влиянии лесохозяйственных мероприятий на объект исследований.

Оценка плотности (численности) мезофауны является важнейшим этапом прогнозирования ее динамики. Выяснение закономерностей динамики популяций позволит не только давать гарантированные прогнозы движения численности организмов, но и разработать методику управления динамикой популяций беспозвоночных в природе при различных факторах воздействия.

2 Характеристика района исследований

2.1 Природно-климатическая характеристика

Объекты исследований находятся на территории двух областей запада европейской части России – Брянской и Калужской, располагаясь частично в Брянском лесном массиве (БЛМ).

Климат областей умеренно континентальный с четко выраженными сезонами года; характеризуется теплым летом, умеренно холодной с устойчивым снежным покровом зимой и хорошо выраженными, но менее длительными переходными периодами – весной и осенью.

По количеству выпадающих осадков обе области относятся к зоне достаточного увлажнения: 450…650 мм в год в Калужской области и 530…655 мм в год в Брянской области. Средняя годовая температура воздуха, по многолетним данным, положительная. По территории Калужской области изменяется от 4,4°С на севере до 4,8°С на юге, среднегодовая температура на территории Брянской области – 4,5…6,5°С выше нуля. Период с положительной среднесуточной температурой, длится в среднем 206…216 дней (Природные ресурсы и окружающая…, 2007; Доклад о состоянии природных…, 2013).

Ветровой режим территории областей характеризуется преобладанием северо-западных, западных и северных ветров в теплый период (май-сентябрь) и юго-западных, южных и западных – в холодный. Скорость ветра в теплый период в среднем за сутки составляет 2…2,5 в защищенных и 3…4 м/сек на открытых и возвышенных местах (Природные ресурсы и окружающая…, 2007).

Устойчивый снежный покров образуется к 28 ноября…5 декабря, средняя высота его составляет 38 см (Природные ресурсы и окружающая…, 2007), что хорошо защищает почву и создает благоприятные условия для зимовки видов фауны, связанных с почвой.

Климатические условия в целом благоприятны с лесоводственной точки зрения для произрастания древесной и кустарниковой растительности целевых пород, а также для ассоциированных с ними комплексов эпигеобионтной и геобионтной мезофауны.

Согласно почвенному районированию территория района исследования относится к зоне лесных почв Украинской провинции серых лесных почв, Деснянскому древне-аллювиально-низменно-равнинному округу серых лесных средне- и легкосуглинистых пылеватых почв на лессовидных суглинках и лессах и дерново-слабо- и среднеподзолистых песчаных и супесчаных почв на древнеаллювиальных и флювиогляциальных отложениях; восточному южнотаежному лесному плоскоравнинному супесчаному дерново-подзолистому району (Лесной план Брянской области, 2010).

Основным типом почв является подзолистый, представленный подтипами типичных подзолистых и дерново-подзолистых почв.

Данные свидетельствуют об удовлетворительном санитарно-гигиеническом состоянии почвенной среды территории исследуемых объектов (Доклад о состоянии…, 2012; Государственный доклад…, 2013) и позволяют исключить дополнительное негативное воздействие на комплексы почвенной мезофауны санитарно-химических факторов загрязнения.

В орографическом отношении территория Калужской области приурочена к северному склону Средне-Русской возвышенности, включающему несколько крупных морфологических структур, в одну из которых входит район исследований (Брянско-Жиздринское Полесье) (Доклад о состоянии природных…, 2013).

На территории Калужской области выделяются три физико-географические провинции. Объекты исследований расположены в двух: Днепровско-Деснянской и Среднерусской. Они относятся к ландшафтам типа полесий Московского и Днепровского оледенений. Для них характерны зандровые средне- и слаборасчленненые равнины с близким залеганием морены с дерново-среднеподзолистыми супесчаными и легкосуглинистыми почвами.

Брянская область находится на северо-западном склоне Воронежского кристаллического массива. На территории Брянской области выявлено 28 физико-географических районов. БЛМ входит в один Левобережно-Деснинский геоморфологический район. Район исследований (Снежетьско-Деснянский физико-географический район) относится к Снежетьско-Деснянскому ландшафту группы ландшафтов морено-зандровых, зандровых и аллювиально-зандровых равнин. В Снежетьско-Деснянском ландшафте преобладают волнистые поверхности террас, сложенных мощными песками и супесями. Почвы песчаные и супесчаные дерново-подзолистые, подзолистые различной степени оподзоленности (Природные ресурсы и окружающая…, 2007).

Согласно лесорастительному районированию (Приказ Министерства природных ресурсов и экологии РФ №367, 2014) территория Калужской и Брянской областей относится к району хвойно-широколиственных (смешанных) лесов европейской части РФ. Согласно классификации Института леса АН СССР (на основе карты лесов страны, составленной в 1955 г.) объекты исследования входят в европейскую подзону широколиственных лесов (Тихонов, 2011).

Природные условия на территории областей благоприятны для развития лесной растительности.

Биологическое разнообразие беспозвоночных животных района проведения исследований изучено слабо и крайне неравномерно. Наряду с достаточно хорошо изученными видами отрядов насекомых, занесенных в Красную книгу Российской Федерации и Красные книги областей, а также вошедших в Аннотированный перечень таксонов и популяций животных, нуждающихся в особом внимании к их состоянию в природной среде области (отряды жесткокрылых, перепончатокрылых, чешуекрылых), по ряду групп беспозвоночных, специальных исследований на территории не проводилось, и информация об этих группах беспозвоночных на территории областей крайне скудна (даже на территории государственного природного биосферного заповедника «Брянский лес»).

2.2 Таксационная характеристика и состояние лесного фонда Калужской и Брянской областей

Калужская область относится к лесным районам, лесистость составляет 45,2% (Единая межведомственная…, 2014).

В составе покрытых лесом земель Калужской области хвойные породы занимают 26,5%, твердолиственные – 2,6%, мягколиственные – 70,9% территории. В составе хвойных насаждений сосна занимает 35,9% (Лесной план Калужской области, 2010).

Лесные насаждения отличаются сравнительно высокой продуктивностью: средний класс бонитета равен I,I, средний прирост на 1 га составляет 4 м^3. Средний запас на 1 га спелых хвойных насаждений – 323 м^3. Запас хвойных насаждений составляет 68,19 млн. м^3, в т.ч. спелых и перестойных – 9,57 млн. м^3 (Лесной план Калужской области, 2010).

Общая площадь лесных земель Брянской области составляет 1237,2 тыс. га или 32,9% её общей площади (Единая межведомственная…, 2014).

В составе лесов Брянской области преобладают хвойные насаждения, на долю которых приходится около 48% покрытых лесной растительностью земель (Лесной план Брянской области, 2010). Среди лесообразующих пород преобладают сосновые насаждения, занимающие 38% покрытых лесной растительностью земель.

Таким образом, при значительно меньшей лесистости, в составе лесов Брянской области, в отличие от лесов Калужской области, преобладают хвойные насаждения, а среди них – исследуемые нами сосновые. Леса обеих областей обладают сравнительно высокой продуктивностью, преобладающими по группам возраста являются средневозрастные насаждения.

Леса Управления лесами Брянской области относятся к высокому классу природной пожарной опасности. Первые три класса составляют 530 тыс. га или 65,5% лесов. Аналогичные показатели характерны для лесного фонда Министер-

ства природных ресурсов Калужской области: на первые три класса пожарной опасности приходятся 63,7% лесов.

Таблица 2.1 – Показатели возникновения лесных пожаров в лесных насаждениях Брянской области в 2003…2013 гг. (в соответствии с Государственным докладом «О состоянии окружающей среды Брянской области в 2012 году» и Обзором санитарного и лесопатологического…, 2014 г.)

Год учета	Количество пожаров, шт.	Площадь пожаров, га	Средняя площадь пожара, га
2003	133	54,48	0,41
2004	59	21,52	0,36
2005	157	122,00	0,78
2006	263	229,24	1,25
2007	145	122,00	0,84
2008	241	336,00	1,39
2009	399	751,00	1,90
2010	424	1977,00	4,66
2011	61	26,00	0,43
2012	32	42,70	1,33
2013	16	23,66	1,48

Таблица 2.2 – Сведения о лесных пожарах за период 2000…2013 гг. (в соответствии с Лесным планом Калужской области, 2010 и Обзорами санитарного и лесопатологического…, 2012-2014 гг.)

Год учета	Количество пожаров, шт.	Площадь пожаров, га	Средняя площадь пожара, га
2000	81	39,50	0,49
2001	26	5,60	0,22
2002	723	1374,20	1,90
2003	56	41,39	0,74
2004	29	4,64	0,16
2005	92	97,10	1,06
2006	195	548,00	2,81
2007	63	128,80	2,04
2008	54	52,00	0,96
2009	173	298,00	1,72
2010	180	1714,00	9,52
2011	8	8,20	1,03
2012	4	1,43	0,36
2013	8	4,70	0,59
Итого	1692	2676,70	1,58

Наиболее сложная пирологическая обстановка на территории обеих областей складывалась в 2010 г., когда было зафиксировано максимальное количество пожаров за текущее десятилетие (для Брянской области) и наибольшие площади пожаров (для Брянской и Калужской областей) (Таблицы 2.1 и 2.2).

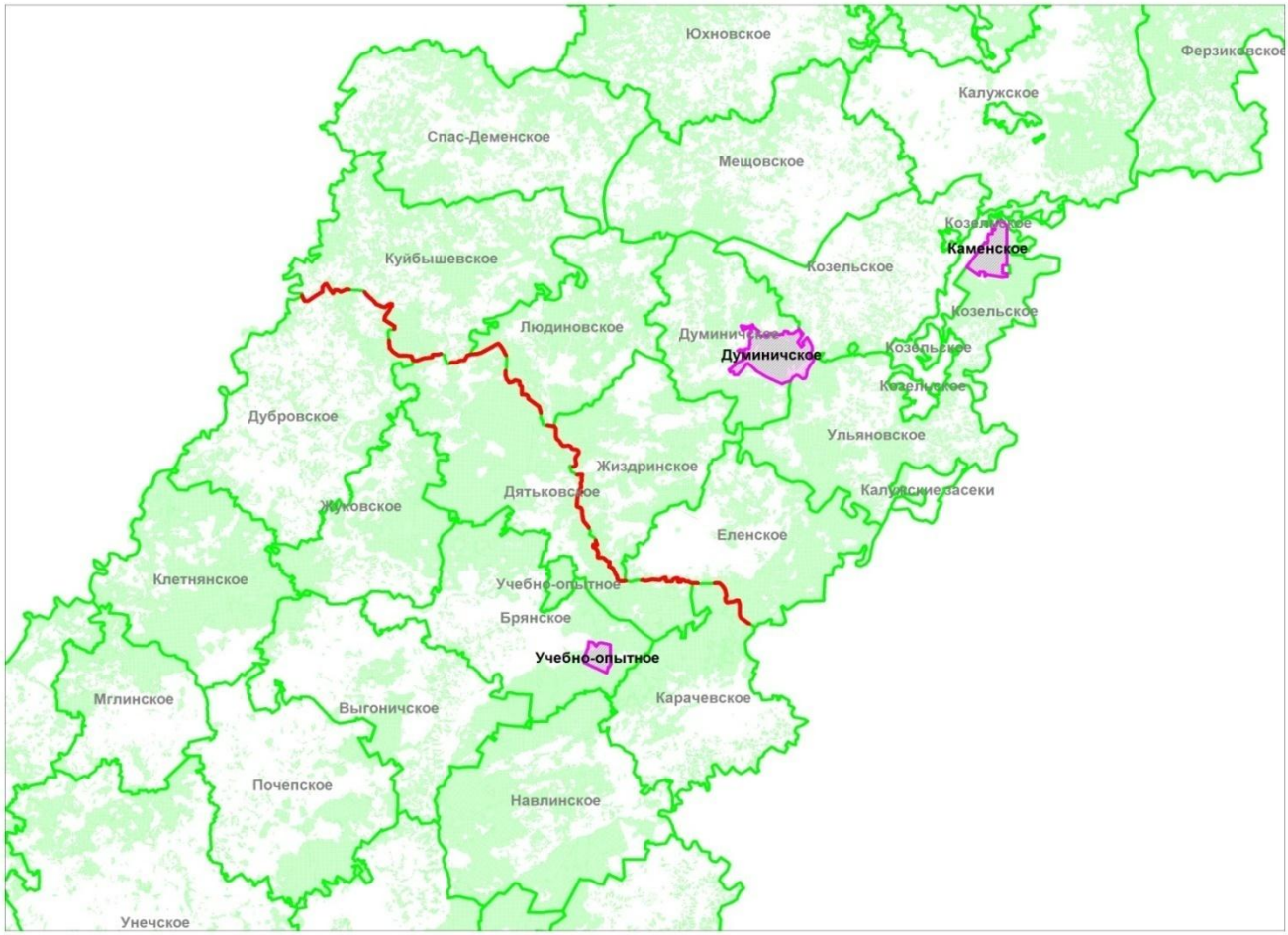
Рисунок 2.1 – Динамика площадей лесных пожаров на территории Брянской и Калужской областей

После жаркого лета 2010 г. количество очагов и площадь пожаров значительно уменьшились (Рисунок 2.1). В 2013 г. в лесном фонде Брянской области зарегистрировано 16 случаев лесных пожаров на площади 23,66 га, что в два раза меньше в сравнении с 2012 г. по количеству и в 1,8 раза – по площади. Данные показатели в 2013 г. являются одними из наименьших за период с 2003 г. (Таблица 2.1). В 2013 г. в лесном фонде Калужской области было зарегистрировано 8 лесных пожаров на площади 4,7 га. Данные показатели – одни из наименьших с 2000 г. (Таблица 2.2).

Основной причиной возникновения лесных пожаров остается нарушение гражданами, включая местное население и туристов, правил пожарной безопасности в лесах (при разведении костров, выжигании травы и т.д.).

Исследования проводились на территории трех лесничеств: в Опытном участковом лесничестве ГКУ «Учебно-Опытное лесничество», входящем в Брянский лесной массив (Тихонов, 2001), в Думиничском участковом лесничестве

ГКУ Калужской области «Думиничское лесничество» и в Каменском участковом лесничестве ГКУ Калужской области «Козельское лесничество» (Рисунок 2.2). Работы выполнялись преимущественно в высокобонитетных средне- и высокополнотных сосновых насаждениях в брусничном типе леса.



– административная граница Брянской и Калужской областей

– границы участковых лесничеств, в которых проведены исследования

Рисунок 2.2 – Район исследований

3 Методика выполнения исследовательских работ

Для решения цели и задач, предусмотренных темой работы, необходим сбор достаточного по объему и качеству материала.

Работы выполнялись методами лесопатологического обследования насаждений с оценкой их состояния (лесопатологическая таксация) и детальных исследований (закладка пробных площадей) для оценки состояния древостоя.

Лесопатологическое обследование и закладка пробных площадей проводились в соответствие с требованиями «Правил санитарной безопасности в лесах РФ» (2007), «Руководства по планированию, организации и ведению лесопатологических обследований» (2007).

Рекогносцировочное лесопатологическое обследование насаждений с оценкой их санитарного и лесопатологического состояния проводилось после ознакомления с материалами лесоустройства, лесопатологических обследований и схемами лесонасаждений. Обследование выполнялось по ходовым линиям, в качестве которых использовались визиры, просеки, дороги и тропы.

При рекогносцировочном обследовании глазомерно оценивались лесопатологическое и санитарное состояния древостоев. Оценка пораженности болезнями и повреждения вредителями выполнялась в процентах от общего числа деревьев. Распределение деревьев по категориям санитарного состояния производилась глазомерно в каждом выделе (Руководство по планированию…, 2007).

Устанавливалась первопричина ослабления насаждения и усыхания деревьев (пожар, рекреация, болезни, нарушение санитарных правил и т.д.).

По результатам рекогносцировочного обследования подбирали места для дальнейшего детального обследования (пробных площадей).

Пробные площади (ПП) закладывали в наиболее характерных по поврежденности (состоянию) частях таксационного выдела. При определении мест закладки пробных площадей выдерживался принцип подбора частей древостоя, об-

ладающих однородными таксационными показателями и условиями местопроизрастания.

ПП закладывали безразмерными по непровешенной ходовой линии с перечётом всех деревьев (не менее 100 штук) (ОСТ 56-69-83). Перечет деревьев на ПП производится по породам, ступеням толщины, категориям санитарного состояния и заселенности ксилофагами (Правила санитарной безопасности…, 2007).

В местах закладки площадок для учета почвенной мезофауны уточняли лесоводственно-таксационные показатели насаждений.

Степень повреждения древостоя рассчитывалась по представленности в нем деревьев разных категорий состояния. Для этого использовался индекс состояния древостоев (средневзвешенная категория санитарного состояния – СКС), который рассчитывается как средневзвешенное из категорий состояния деревьев по формуле:

$$К_{ср.} = (Р_1 \times К_1 + Р_2 \times К_2 + Р_3 \times К_3 + Р_4 \times К_4 + Р_5 \times К_5) / 100 \qquad (1),$$

где $К_{ср}$ – средневзвешенная величина состояния породы; $Р_i$ – доля каждой категории состояния в процентах, $К_i$ – индекс категории состояния дерева (1 – здоровое, 2 – ослабленное, 3 – сильно ослабленное, 4 – усыхающее, 5 – свежий и старый сухостой, ветровал, бурелом) (Руководство по планированию …, 2007).

Помимо определения общепринятой средневзвешенной категории состояния при обследовании насаждений применялся показатель жизненного состояния (ПЖС) древостоя (Алексеев, 1989), который рассчитывался по формуле:

$$L_n = \frac{100n_1 + 70n_2 + 40n_3 + 5n_4}{N} \qquad (2),$$

где L_n – относительное жизненное состояние древостоя, %;

n_1 – число деревьев без признаков ослабления; n_2 – ослабленных; n_3 – сильно ослабленных; n_4 – отмирающих деревьев лесообразователя; N – общее число деревьев на пробной площади (включая сухостой).

При показателе L_n 100…80% жизненное состояние древостоя оценивается как «здоровое», при 79…50% – древостой считается повреждённым (ослабленным); при 49…20% – сильно повреждённым (сильно ослабленным), при 19% и ниже – полностью разрушенным.

Антропогенные воздействия рассматривались как экологические факторы (Таблица 3.1) с различной спецификой действия на компоненты лесных биогеоценозов.

Таблица 3.1 – Классификация группы изученных факторов (Реймерс, 1990)

Экологический фактор	Классификация факторов:			
	по происхождению	по спектру воздействия	по характеру	по времени
Лесные пожары	антропогенный	общего действия	физический (термический)	эволюционный
Рубки леса	антропогенный	общего действия	комплексный (экологический)	исторический
Рекреация	антропогенный	общего действия	комплексный (экологический)	действующий

При закладке ПП использовали ординацию по градиентам антропогенного воздействия, часть ПП для сравнения размещалась в здоровых насаждениях без воздействия с однотипными условиями.

На ПП актуализировались данные лесничеств о проведенных лесохозяйственных мероприятиях (Правила заготовки древесины, 2011). Анализировали влияние лесозаготовительной техники на живой напочвенный покров, а также изменение экологических условий местообитания мезофауны.

Устойчивые низовые пожары подразделяли по интенсивности горения на пожары низкой, средней и высокой интенсивности (Усеня, 2002; Иванов и др., 2011; Мелехов И.С. и др. 2007).

При учёте рекреационного воздействия также производилось определение стадий рекреационной дигрессии. Базовое определение стадии рекреационной ди-

грессии производилось трансектным методом (ОСТ 56-100-95). Минимальная протяжённость ходовой линии составляла не мене 500 м/га обследуемой площади. Стадия рекреационной дигрессии определялась в зависимости от отношения площади вытоптанной до минерального слоя поверхности напочвенного покрова к общей площади обследуемого участка (Таблица 3.2).

Таблица 3.2 − Выделение стадий рекреационной дигрессии лесонасаждений

Стадия рекреационной дигрессии	Первая	Вторая	Третья	Четвёртая	Пятая
Вытоптано до минерального горизонта, %	до 1,0	1,1...5,0	5,1...10,0	10,1...25,0	более 25,0

Уточнение стадии рекреационной дигрессии производили с использованием следующей шкалы (Шелухо, Бердов, 2010).

Первая стадия дигрессии (слабая) – количество поврежденных деревьев не более 10%. Характеризуется ненарушенной, пружинящей подстилкой, полным набором характерных для данного типа леса травянистых видов, многочисленным разновозрастным подростом.

Вторая стадия дигрессии (средняя стадия) – количество поврежденных деревьев 11…30%. Начинается вытаптывание подстилки. Травяной покров мало нарушен. Он состоит в основном из лесных и лесолуговых видов и сохраняет ярусное строение. Сорные виды в нём отсутствуют.

Третья стадия (предельно допустимая нагрузка) – повреждённых деревьев 31…50%. Мощность подстилки значительно уменьшена. Сохранившийся подрост мало дифференцирован, почти нет всходов ценозообразующих пород. Травяной покров нарушен. Ослабляются позиции лесных и лесолуговых видов и усиливаются позиции сорных растений, которые увеличивают свою численность. Ярусное строение покрова сохраняется.

Четвёртая стадия (критическая нагрузка) – 51…75% деревьев с ухудшением роста или повреждённых. Начинает образовываться куртинно-полянный комплекс, заключающийся в чередовании куртин подроста и подлеска, отграничен-

ных полянами и тропинками. На полянах полностью разрушается подстилка. Подрост остаётся только под защитой куртин, жизненность его очень низкая. Травяной покров деградирующий. Быстрое сокращение численности, покрытия и фитомассы у лесных и лесолуговых видов и увеличение этих показателей у сорных. Травостой одноярусный.

Пятая стадия (катастрофическая) – здоровых деревьев менее 25%, массовые повреждения стволов. Значительная часть площади лишена растительности. Подрост почти полностью отсутствует. Все сохранившиеся взрослые деревья – в различной степени ослаблены, у значительной их части корни обнажены и выступают на поверхность почвы. Травяной покров деградировал. Покрытие и фитомасса сорных видов более чем в пять раз выше, чем лесных и лесолуговых. Последние сохраняются лишь в приствольных кругах и представлены преимущественно видами семейства злаковых.

На пробной площади уточняли таксационные показатели древостоя исследуемого участка леса, отмечали сомкнутость крон, состав, возраст, состояние и характер распределения подроста и подлеска.

На пробной площади произведен учёт живого напочвенного покрова (ЖНП) методом эталонных участков. Определение растений осуществлялось с помощью определителей (Булохов, Величкин, 1998; Маевский, 2006). Размеры эталонных участков устанавливали по естественным границам или же описывали площадку стандартного размера. Величина пробной площади для лесных сообществ – 400…2000 м^2. Для каждого вида указывается степень обилия (проективного покрытия) по шкале обилия Браун-Бланке (Булохов, 1996).

Учет производится по видам с присвоением балла, соответствующего проективному покрытию почвы данным видом:

5 – проективное покрытие более 75%,

4 – проективное покрытие – 51…75%,

3 – проективное покрытие – 26…50%,

2 – проективное покрытие – 5…25%,

1 – особи вида многочисленны, но покрытие до 5%,

+ – особи вида разрежены, покрытие до 1%,

r – очень редко, не более 4 экземпляров на площадке.

По данным учетов живого напочвенного покрова определяли коэффициенты освещенности поверхности, увлажненности почв, богатства почв и кислотность почвенной среды. Экологическая оценка среды (по коэффициентам) производилась по шкалам Элленберга.

Средний балл выраженности фактора определяется по формуле:

$$X = \frac{К_1X_1 + \ldots + К_nX_n}{К_1 + К_2 + К_3 + \ldots + К_n} = \frac{\sum КХ}{\sum X} \quad (3),$$

где X – средний балл выраженности фактора; $К_1$-$К_n$ – баллы видов по шкале Браун-Бланке, X_1-X_n – баллы по экологическим формулам (Булохов, 1996).

Для сравнения ЖНП в разных зонах антропогенного воздействия, нами была использована модифицированная формула коэффициента общности Т. Сьеренсена. Она характеризует количественные и качественные изменения фитоценоза в пространстве:

$$KO = \frac{2a}{2a + b + c} \times 100\% \quad (4),$$

где a – число видов, присутствующих на исследуемой ПП и на ПП контроля,

b – число видов, отмеченных только на исследуемой ПП,

c – число видов, отмеченных только на контрольной ПП.

Детальные исследования состояния почвенной мезофауны на пробных площадях выполнялись с использованием стандартных почвенно-зоологических методов (Гиляров, 1975) в летне-осенний период. На подлежащей обследованию площадке выбирали наиболее типичные точки и закладывали на них почвенные пробы. Площадки для учета почвенной мезофауны закладывались в подкроновом пространстве в количестве 12…15 на каждую пробную площадь, по диагоналям размерных площадей или на ленте безразмерных, на равном удалении друг от друга.

Использовался метод ручной разборки почвенных проб – прямой метод учёта, позволяющий получить данные по количеству учитываемых объектов на единицу площади поверхности почвы (Рисунки 3.1 и 3.2). Размер почвенной пробы принимался равным 0,25 м^2 (50 см × 50см) (Фасулати, 1971; Гиляров, 1975).

Животных собирали отдельно из каждой пробы и слоя. Беспозвоночные, нуждающиеся в специальной фиксации (дождевые черви) или необходимые для прижизненных наблюдений, помещались в матерчатые мешочки или баночки с небольшим количеством взятой из пробы почвы. Хищники размещались отдельно. Мелкие насекомые, многоножки для фиксации и определения видового состава помещались в пробирки с 70º-ным спиртом с добавкой нескольких капель глицерина и формалина, крупные насекомые – в морилки или сосуды со спиртом. Всех найденных при раскопках животных (в том числе и раздавленных, непригодных для фиксации, или упущенных) в полевых условиях записывали в учетную ведомость (Приложение А). Фиксацию живых объектов и консервацию собранного материала проводили в конце рабочего дня в камеральных условиях.

Определение эпигео- и геобионтной мезофауны осуществлялось с помощью определителей (Ильинский, 1948; Гиляров, 1964; Бей-Биенко, 1964, 1965; Мамаев, 1972; Всеволодова-Перель, 1997;Плавильщиков, 1994; Жуки (Coleoptera)…, 2014).

Сравнительная оценка видового разнообразия основана на индексах разнообразия. Индекс Симпсона описывает вероятность принадлежности особей случайно отобранных из неопределённо большого сообщества к разным видам и представляет собой следующее уравнение:

$$\mathrm{D} = \left(\sum_{i=1}^{s} \mathrm{P_i^2}\right)^{-1} \qquad (5),$$

Индекс Шеннона-Уивера:

$$H^{-} = -\sum_{i=1}^{s} \mathrm{P_i} \ln \mathrm{P_i} \qquad (6),$$

$$\mathrm{P_i} = {}^{\mathrm{n_i}}/_{\mathrm{N}} \qquad (7),$$

где n_i – численность i-го вида (i= 1,2,3…S); P_i – доля i-го вида в сообществе;

N – суммарная численность всех видов; S – число видов в сообществе.

Рисунок 3.1 – Учет мезофауны методом ручной послойной разборки почвенных проб

Рисунок 3.2 – Стандартная почвенная проба размером 50 см × 50 см

Выравненность определяли с использованием модифицированного отношения Хилла:

$$D - 1/\left(\exp H^{-} - 1\right) \qquad (8).$$

Анализ полученных значений производился по трофическим классам почвенной мезофауны. Всех учтенных эпигеобионтных и геобионтных беспозвоночных по характеру питания разделили на фитофагов, зоофагов и сапрофагов. К фитофагам относятся личинки долгоносиков, щелкунов, хрущей, пилильщики и совки. К зоофагам относятся пауки, губоногие многоножки, имаго и личинки жужелиц (кроме р. Amara) и стафилинов, муравьи и личинки двукрылых (кроме сем. Tipulidae и сем. Bibionidae). Сапрофагами считаются виды подстилочных и земляных червей, кивсяки и тараканы.

При анализе результатов исследований использованы методы вариационной статистики, дисперсионного и корреляционного анализов (Рокицкий, 1973; Лакин, 1980; Бызова, 1987). Обработка полевых материалов проведена с применением программы Microsoft Excel.

4 Влияние низовых пожаров на состояние насаждения и динамику почвенной мезофауны

4.1 Влияние низовых пожаров на санитарное состояние древостоев

Влияние пожаров является многоплановым и разносторонним фактором развития лесных биогеоценозов. Затрагивая древостой, огонь также нарушает и естественный баланс лесной почвы вместе с ее компонентами. Трансформируются экологические условия обитания и функциональная структура комплекса беспозвоночных, изменяются популяционные и видовые показатели почвенной мезофауны.

В летне-осенний период 2012 г. в лесном фонде Думиничского участкового лесничества Калужской области нами проводилось детальное обследование на пробных площадях с установлением санитарного состояния древостоев в сосновых насаждениях естественного происхождения и в лесных культурах сосны обыкновенной, пройденных летними устойчивыми низовыми пожарами 2008…2010 гг. средней и высокой интенсивности, а также в однотипных условиях насаждений, не затронутых пожарами. Использовалась общепринятая методика закладки лесопатологических ПП (Мозолевская, 1984; Руководство по планированию…, 2007).

Для изучения динамики состояния отдельных компонентов послепожарных биогеоценозов летом 2013 г. проводилось повторное обследование насаждений ПП. Получены данные о влиянии устойчивых низовых пожаров давностью от двух до пяти лет на санитарно-лесопатологическое состояние древостоев. При учете состояния сосновых насаждений на 18 ПП были получены показатели состояния 1906 деревьев главной породы.

Таблица 4.1 – Таксационные характеристики насаждений, в которых заложены пробные площади

№ ПП	Фактор воздействия	Таксационные показатели					
		Состав	Средний возраст, лет	Класс бонитета	Тип леса	ТЛУ	Относительная полнота
2	–	лк7С3С	1 ярус: 89 2 ярус: 57	I	БР	А2	0,8
3	УНП ВИ давностью 2 года	лк10С	50	I	БР	А2	0,7
4	УНП ВИ давностью 2 года, ВСР-15% давностью 1 год	10С+Б	95	I	БР	А2	0,5
5	УНП СИ давностью 3 года	10С	59	I	БР	В2	0,7
6	УНП СИ давностью 3 года	лк8С2Б	61	I	СЛ	С3	0,7
7	УНП ВИ давностью 4 года	10С+Б	90	I	БР	А2	0,6
8	–	10С+Б	95	I	БР	А2	0,6
9	УНП ВИ давностью 2 года, ВСР-5% давностью 1 год	6С4С+Б	115	II	БР	А2	0,6
10	–	лк9С1Б	56	I	БР	А2	0,9
20	–	лк7С3С	1 ярус: 90 2 ярус: 58	I	БР	А2	0,8
21	УНП ВИ давностью 3 года	лк10С	51	I	БР	А2	0,6
22	УНП ВИ давностью 5 лет	10С+Б	90	I	БР	А2	0,6
23	–	10С+Б	95	I	БР	А2	0,6
24	–	лк9С1Б	57	I	БР	А2	0,9
25	УНП ВИ давностью 3 года, ВСР-15% давностью 2 года	10С+Б	95	I	БР	А2	0,5
26	УНП СИ давностью 4 года	10С	60	I	БР	В2	0,7
27	УНП СИ давностью 4 года	лк8С2Б	62	I	СЛ	С3	0,7
28	УНП ВИ давностью 3 года, ВСР-5% давностью 2 года	6С4С+Б	115	II	БР	А2	0,6

УНП ВИ – устойчивый низовой пожар высокой интенсивности, УНП СИ – устойчивый низовой пожар средней интенсивности, ВСР-5% – выборочная санитарная рубка интенсивностью 5% по запасу, ВСР-15% – выборочная санитарная рубка интенсивностью 15% по запасу.

Тип леса на 16 пробных площадях из 18 – брусничный, класс бонитета – I. Тип лесорастительных условий на 14 пробных площадях – свежий бор. Доля уча-

стия сосны в насаждениях – 8…10 единиц. Данные получены в средневозрастных, приспевающих и спелых сосняках.

Информация о характеристиках пожаров и санитарном состоянии древостоев на ПП приведена в Приложении Б.

Для определения санитарного состояния древостоев на пробных площадях рассчитывались средневзвешенная категория состояния (СКС) (Руководство по планированию…, 2007) и показатель жизненного состояния древостоя (Алексеев, 1989). Расчеты подтвердили, что древостои на контрольных пробных площадях, не пройденных пожарами (ПП №2, №8, №10, №20, №23, №24) с ПЖС древостоев 92,6…95,5% и СКС – 1,16…1,25 относятся к категории «здоровых».

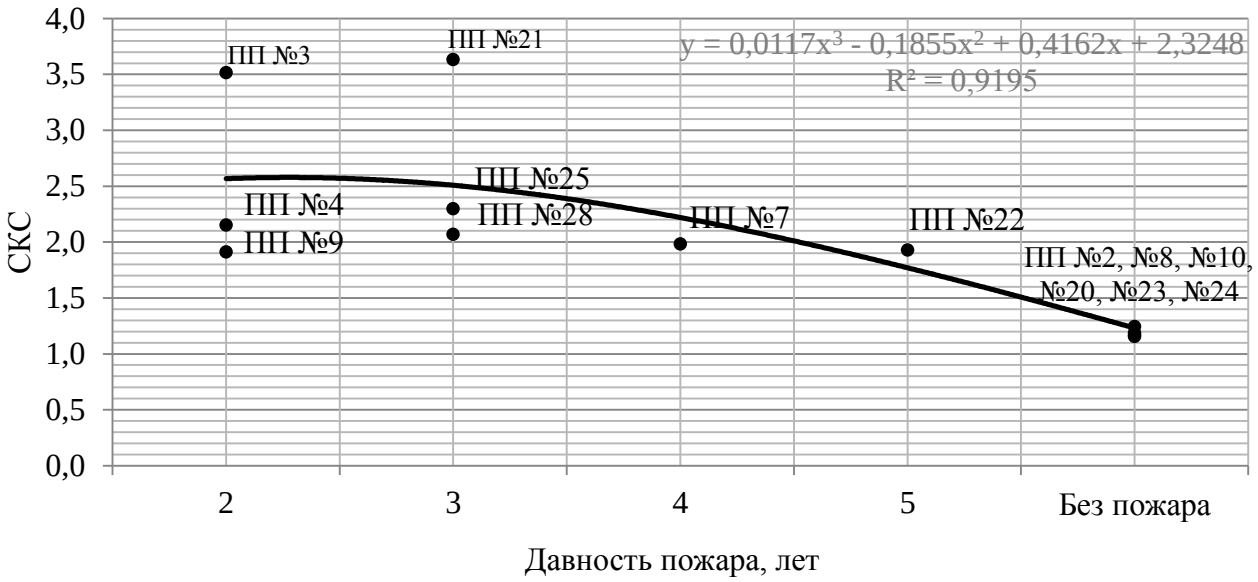


Рисунок 4.1 – Зависимость состояния древостоя от давности устойчивого низового пожара высокой интенсивности

Видно, что роль устойчивых низовых пожаров в ухудшении санитарного состояния древостоев велика. Состояние сосновых древостоев после пожаров высокой интенсивности различной давности в отличие от контрольных ПП варьирует от ослабленного до усыхающего (СКС составляет от 1,91 до 3,63).

Тренд в виде полиномиальной кривой третей степени показывает, что состояние жизнеспособной части древостоя сосны в связи с давностью устойчивого низового пожара улучшается, приближаясь к показателям контрольных ПП. Небольшое увеличение показателя СКС при переходе от двухлетней к трехлетней

давности устойчивых низовых пожаров указывает на продолжающееся усыхание поврежденных древостоев, сопровождающееся образованием пожарных подсушин на комлевой части стволов. По истечении пяти лет после устойчивого низового пожара состояние древостоя остается ослабленным (СКС = 1,93). В результате наиболее интенсивного усыхания и отпада погибших стволов в первые три года санитарное состояние оставшейся части древостоя на четвертый и пятый годы после устойчивого низового пожара высокой интенсивности улучшается, что свидетельствует о процессе постпирогенной реабилитации состояния древостоев.

Проводя аналогичное сравнение зависимости СКС древостоя от давности устойчивого низового пожара средней интенсивности (Рисунок 4.2), следует отметить, что уже после трех лет показатель СКС близок к слабой степени повреждения и практически не имеет тенденции к дальнейшему ослаблению на четвертый год после пожара (средние показатели СКС по давности третьего и четвертого года – 1,92 и 1,94 соответственно). Величина текущего отпада на гарях трехлетней давности – 8,8% и 15,8%, на гарях четырехлетней давности – 8,6% и 16,0%, что в 2…4 раза превышает естественный отпад.

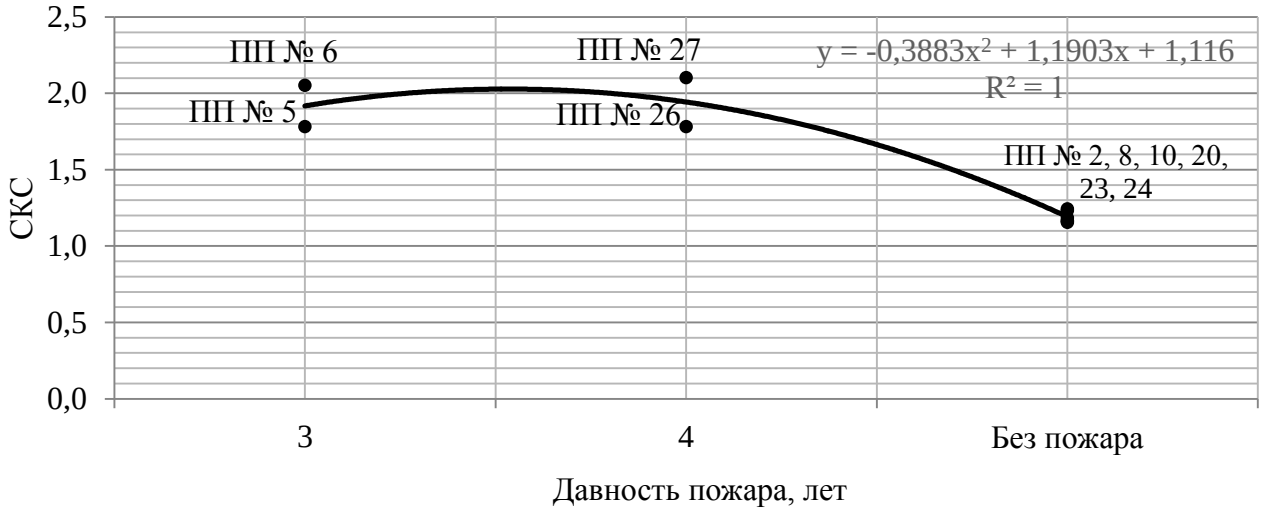


Рисунок 4.2 – Зависимость состояния древостоя от давности устойчивого низового пожара средней интенсивности

Опасность огневого поражения от пожара при одном и том же его виде и силе не одинакова при различном возрасте древостоев. В боровых сосняках после устойчивых низовых пожаров высокой интенсивности образуются горельники с

преобладанием сухостойных деревьев в особенности в 50…60-летних сосняках (Рисунок 4.3).

Рисунок 4.3 – Усыхание и отпад стволов в древостое третьего класса возраста на ПП №21 после устойчивого низового пожара высокой интенсивности давностью три года

Рисунок 4.4 – Зависимость состояния древостоя и величины общего отпада послепожарных древостоев от класса возраста насаждений

Как отмечалось ранее (Мелехов и др., 2007), отпад деревьев вследствие пожара происходит в наиболее тонких ступенях толщины, снижаясь с увеличением

диаметра деревьев. Максимальный балл СКС (более 3,5) соответствует двум ПП с чистым сосновым древостоем третьего класса возраста (Рисунок 4.4), что наглядно подтверждает данные И.С. Мелехова.

Ухудшение состояния древостоев показывает величина общего отпада на данных пробных площадях (58,3% и 63,0% соответственно). Данные свидетельствуют о сильной степени нарушения биологической устойчивости насаждений и начале их распада.

Увеличению послепожарного отпада частично способствует заселение ослабленных огнем деревьев насекомыми-вредителями: смолевкой сосновой жердняковой (Pissodes piniphilus Hbst.), синей сосновой златкой (Phaenops cyanea Fabr.), черным сосновым усачем (Monochamus galloprovincialis Ol.), большим сосновым лубоедом (Blastophagus pinipedra L.). На послепожарное состояние древостоев в меньшей степени влияет наличие некрозно-раковых болезней, вызываемых грибами Cronartium flaccidum Wint. и Peridermium pini. Kleb. Количество усыхающих деревьев, зараженных смоляным раком не превышает 7%, отмечено единичное проявление бугорчатого рака сосны (Pseudomonas pini Vuil.).

Таким образом, устойчивые низовые пожары как средней, так и, особенно, высокой интенсивности, оказывают ослабляющее воздействие на состояние сосновых древостоев. При этом характер ослабления в большей степени зависит от возраста древостоя и интенсивности пожара. Огневые поражения стволов разной силы могут привести к заселению вредными насекомыми (заселенность – до 9%) древостоя и значительному увеличению текущего отпада (Приложение Б).

Низовые устойчивые пожары воздействуют на почвенную мезофауну как прямо (на виды подстилочные), так и косвенно – через изменение экологических условий местообитания. В исследованных сосняках за счет послепожарного снижения относительной полноты древостоя, сомкнутости крон и повышения освещенности подстилающей поверхности повышается температура верхних почвенных горизонтов и происходит ускорение круговорота веществ (Рубцов, Рубцова

1984; Рубцов и др., 2001), а также перестройка в комплексе почвенной мезофауны.

4.2 Влияние низовых пожаров на живой напочвенный покров

Почвенные беспозвоночные тесно связаны с компонентами лесного биогеоценоза. В зависимости от сочетания почвенных условий, состояния растительного покрова и насаждения проявляются различия в составе мезофауны.

Нами произведен учет ЖНП, произрастающего в горельниках разной давности и интенсивности устойчивых низовых пожаров, а также под пологом древостоев, не подвергшихся воздействию огня (Таблица 4.2 и Таблица 4.3).

К особенностям напочвенного покрова исследованных фитоценозов можно отнести слабую вертикальную расчлененность и низкую флористическую насыщенность. На пробных площадях в составе живого напочвенного покрова были учтены 45 видов растений (Таблица 4.2 и Таблица 4.3). На контроле отмечено 18 видов, большее количество (20…29) – в условиях пожаров давностью 2…4 года. Число видов на отдельных ПП изменялось от 8 до 12 (за исключением ПП с отсутствием древостоя). Общее проективное покрытие составило 50…100%. Количество видов резко возрастает (до 17 и 20 шт.) на ПП пожаров двух- и трехлетней давности с отсутствием древостоя после проведения сплошной санитарной рубки. Это можно объяснить благоприятными факторами, содействующими прорастанию семян травянистой растительности (уничтожение подстилки, ослабление корневой конкуренции) после низового пожара и увеличением освещенности, ведущим к остепнению условий вследствие сплошной рубки древостоя. Несмотря на высокую интенсивность низового устойчивого низового пожара на данном участке через два года живой напочвенный покров сомкнутый (проективное покрытие – 90%).

Таблица 4.2 – Степень количественного участия (проективного покрытия) растительных видов ЖНП на пробных площадях 2012 г. в баллах по шкале Браун-Бланке

Вид растений	Интенсивность устойчивого низового пожара									
	Средняя		Высокая					Без пожара		
	Давность устойчивого низового пожара									
	3 года		2 года				4	—		
№ пробной площади	5	6	1*	3	4	9	7	2	8	10
Achillea millefolium L.			2							
Antennaria dioica L.	r									
Arctium lappa L.			+							
Artemisia absinthium L.			+							
Asperula odorata L.		r								
Apera spica-venti L.			+							
Calamagrostis epigeios L.	2	3	4	3		3	3	2	+	1
Calluna vulgaris L.				r	+	r		+		
Carex pilosa Scop.	2									
Chamerion angustifolium L.			+	r		r				
Convallaria majalis L.	1	1	+	2	r		1	2	1	
Deschampsia cespitosa L.					3					
Dicranum scoparium Hedw.	1							+	2	1
Erigeron acris L.			+							
Erigeron canadensis L.			2	1			+			
Festuca ovina L.	+	+	+			1				
Festuca rubra L.				1						
Fragaria vesca L.		1	r			+				
Galium mollugo L.		r	r							
Hieracium umbellatum L.	+		1	+			+	r	+	
Leonurus cardiaca L.			+							
Luzula pilosa L.							r			+
Melampyrum nemorosum L.	+	r								
Melampyrum sylvaticum L.		+					+		r	1
Molinia caerulea L.					+					
Oxalis acetosella L.	+									
Pleurozium schreberi Brid.					+		r	4	4	2
Polygonatum officinalis L.						+		+		
Polygonum persicaria L.			+							
Polytrichum juniperum Hedw.		r		r	r		r	1	1	2
Pteridium aquilinum L.									+	1
Rubus idaeus L.						+				1
Rumex acetosella L.			+			r				
Sedum telephium L.				r						
Solidago virgaurea L.	+	+	1	+	r			+		
Tanacetum vulgare L.			+							
Leontodon autumnalis L.				r						
Trifolium repens L.			r							
Vacciinium vitis-idaea L.					1	2	1		3	3
Veronica chamaedrys L.		r								

Продолжение Таблицы 4.2

Вид растений	Интенсивность устойчивого низового пожара									
	Средняя		Высокая					Без пожара		
	Давность устойчивого низового пожара									
	3 года		2 года				4	—		
№ пробной площади	5	6	1*	3	4	9	7	2	8	10
Viola canina L.			r	r						
Количество видов, шт	10	11	20	12	8	9	9	9	9	9
Общее проективное покрытие, %	50	80	90	50	70	80	80	100	100	100

* – пробная площадь без древостоя после сплошной санитарной рубки.

Таблица 4.3 – Степень количественного участия (проективного покрытия) растительных видов ЖНП на пробных площадях 2013 г. в баллах по шкале Браун-Бланке

Вид растений	Интенсивность устойчивого низового пожара									
	Средняя		Высокая					Без пожара		
	Давность устойчивого низового пожара									
	4 года		3 года				5 лет	—		
№ пробной площади	26	27	19*	21	25	28	22	20	23	24
Agrostis capillaries Sibth.			+							
Antennaria dioica L.		r		+				r		
Artemisia absinthium L.			r							
Asperula odorata L.		r								
Apera spica-venti L.			+							
Calamagrostis epigeios L.	2	3	3	3		3	4	2	+	1
Calluna vulgaris L.	r		r	r	+			+	r	r
Carex pilosa Scop.	1									
Chamerion angustifolium L.			1	r						
Convallaria majalis L.	1	2		2	2	1	+	3	1	1
Deschampsia cespitosa L.					3					
Dicranum scoparium Hedw.	+							+	2	1
Erigeron acris L.			2							
Erigeron canadensis L.				1			+			
Festuca ovina L.	+	1	r			+			r	
Festuca rubra L.				1						
Fragaria vesca L.		+				+				
Gnaphalium sylvaticum L.			+							
Hieracium umbellatum L.			+	+			+	r	+	
Koeleria glauca Spreng.			r							
Luzula pilosa L.	+		+			r	r			+
Melampyrum nemorosum L.	+	+						+		1
Melampyrum sylvaticum L.			r		r		+		r	
Molinia caerulea L.					r					
Oxalis acetosella L.				r						
Pleurozium schreberi Brid.					r		r	4	4	3
Polygonatum officinalis L.						r		+		
Polytrichum juniperum Hedw.	r	+	+	+	+			1	1	1
Pteridium aquilinum L.									+	1

Продолжение Таблицы 4.3

Вид растений	Интенсивность устойчивого низового пожара									
	Средняя		Высокая					Без пожара		
	Давность устойчивого низового пожара									
	4 года		3 года				5 лет	—		
№ пробной площади	26	27	19*	21	25	28	22	20	23	24
Rubus idaeus L.						+				1
Rumex acetosella L.			r			r				
Sedum telephium L.										
Solidago virgaurea L.	+	+	1	+	r	+	+	1		r
Vacciinium vitis-idaea L.			+		+	2	1		3	3
Vaccinium myrtillus L.		r							+	
Veronica chamaedrys L.		r								
Viola canina L.				r						
Количество видов, шт	10	11	17	12	9	10	9	11	12	12
Общее проективное покрытие, %	50	80	80	50	70	80	80	10	100	100

* – пробная площадь без древостоя после сплошной рубки.

Для сравнения фитоценозов с различным пирологическим воздействием рассчитан коэффициент общности (КО) видового состава. При этом анализировались показатели контрольных пробных площадей в сравнении с фитоценозами, объединенными давностью пожаров (Таблица 4.4).

Таблица 4.4 – Коэффициенты общности видового состава исследованных фитоценозов с контролем

Фитоценозы ПП в условиях устойчивых низовых пожаров	Коэффициент общности видового состава фитоценозов по Сьеренсену, %
Двухлетней давности	56,4
Трехлетней давности	68,1
Четырехлетней давности	79,0
Пятилетней давности	59,3

С увеличением давности устойчивого низового пожара происходит постепенное увеличение КО видового состава. То есть живой напочвенный покров в течение пяти лет восстанавливает флористический состав, близкий к составу исходных фитоценозов. Так, после пятилетнего периода с момента пожара более половины видов в составе (59,3%) соответствует ЖНП допожарного периода.

На контрольных ПП (Рисунок 4.5) доминантными видами являются типичные лесные растения (все представленные мхи, брусника обыкновенная, орляк

обыкновенный). Спустя два…четыре года после устойчивого низового пожара высокой интенсивности преобладающим становится дерновинный лесной вид вейник наземный (Calamagrostis epigeios L.) наряду с луговиком дернистым (Deschampsia cespitosa L.) (Рисунок 4.6). Для ПП с послепожарным отпадом деревьев главной породы характерно появление сорного вида-космополита мелколепестника канадского (Erigeron canadensis L.).

В условиях максимальной освещенности при отсутствии древостоя, в составе живого напочвенного покрова появляются полевые, придорожные представители, обильно заполняющие проективное покрытие (клевер белый (Trifolium repens L.), горец почечуйный (Polygonum persicaria L.), пустырник сердечный (Leonurus cardiaca L.), полынь горькая (Artemisia absinthium L.), тысячелистник обыкновенный (Achillea millefolium L.), пижма обыкновенная (Tanacetum vulgare L.)). Также характерно присутствие опушечного вида – подмаренника мягкого (Galium mollugo L.). Доминирование вейника наземного зафиксировано и по истечении трех…четырех лет после устойчивого низового пожара средней интенсивности. На участках четырех- и пятилетних гарей среди преобладающих появляется вид-индикатор брусника обыкновенная (Vacciinium vitis-idaea L.).

Рисунок 4.5 – ЖНП сосняка брусничного в условиях A_2 на контрольной пробной площади

Рисунок 4.6 – ЖНП сосняка брусничного в условиях A_2 спустя четыре года после устойчивого низового пожара высокой интенсивности

Экологическая оценка местообитаний производилась с использованием оптимумных экологических шкал Г. Элленберга (Булохов, 1996), где экологическая характеристика видов оценивается по отношению к главным факторам (влажность, кислотность почвы, обеспеченность минеральным азотом и освещенность). В результате были получены средние баллы выраженности каждого фактора на отдельных ПП (Таблице 4.5).

Таблица 4.5 – Выраженность экологических факторов на пробных площадях

Средний балл выраженности фактора				
№ ПП	L – освещенность	F – влажность почвы	R – кислотность почвы	N – обеспеченность мин. азотом
Контрольные ПП				
2	4,6	5,3	3,7	3,3
8	4,7	4,9	2,9	2,6
10	4,8	5,3	2,7	2,9
20	5,0	5,2	3,9	3,5
23	4,9	5,1	3,2	2,6
24	4,4	5,3	2,8	2,9
Среднее значение	4,7±0,09	5,2±0,07	3,2±0,20	3,0±0,15
Устойчивый низовой пожар двухлетней давности				
3	5,7	4,2	4,0	4,8
4	5,6	6,1	2,3	2,5
9	6,2	4,0	3,5	4,4
Среднее значение	5,8±0,19	4,8±0,67	3,3±0,50	3,9±0,71
Устойчивый низовой пожар трехлетней давности				
5	5,2	4,4	4,5	4,9
6	5,6	4,4	2,5	5,0
21	6,6	4,4	2,7	4,6
25	6,1	5,6	1,3	2,9
28	5,9	4,3	2,3	4,6
Среднее значение	5,9±0,24	4,6±0,25	2,7±0,52	4,4±0,38
Устойчивый низовой пожар четырехлетней давности				
7	6,0	4,1	2,5	3,9
26	5,1	4,3	3,8	4,6
27	6,3	4,4	3,3	5,1
Среднее значение	5,8±0,36	4,3±0,09	3,2±0,38	4,5±0,35
Устойчивый низовой пожар пятилетней давности				
22	6,2	4,3	2,7	4,4
Среднее значение	6,2±0,01	4,3±0,01	2,7±0,01	4,4±0,01

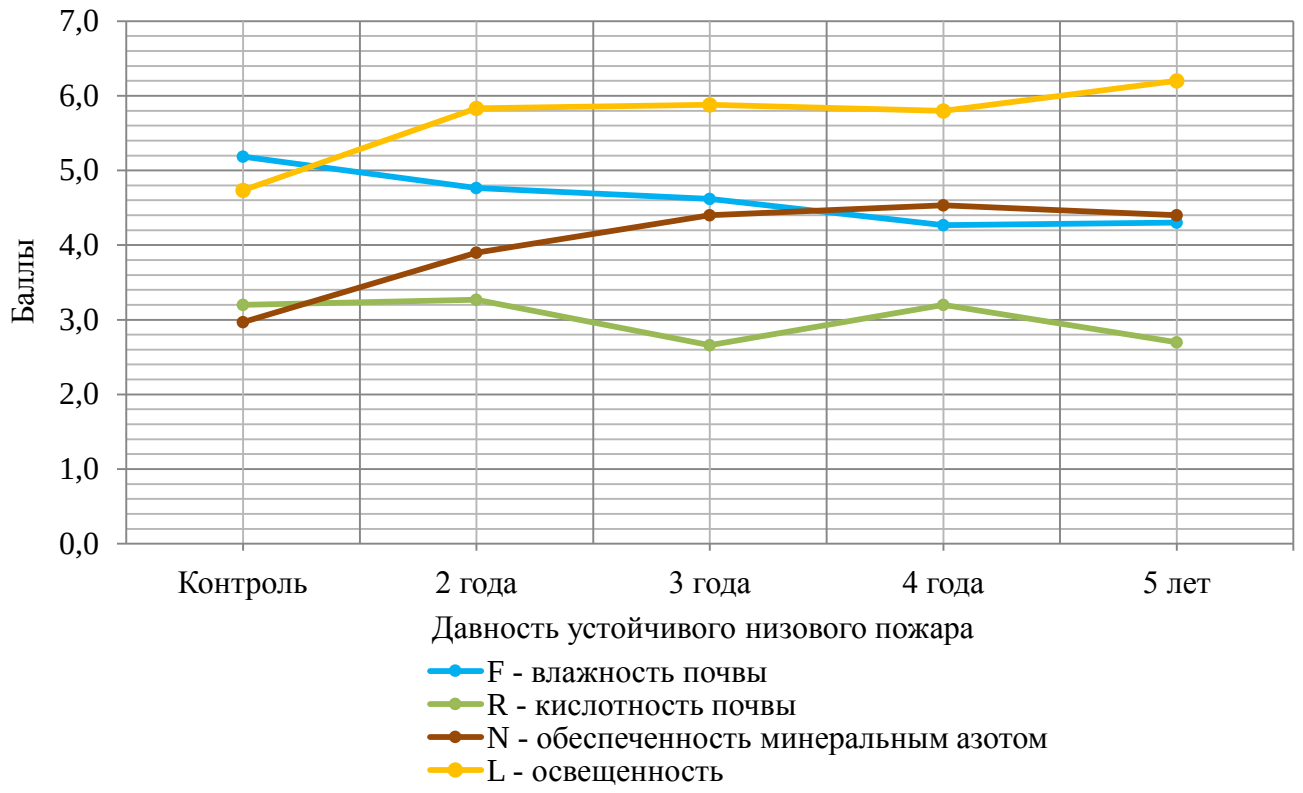


Рисунок 4.7 – Средние баллы основных экологических факторов на ПП

В соответствии с градацией экологических шкал Г. Элленберга, контрольные пробные площади располагаются на свежих почвах (в средних условиях увлажнения). Почвы после устойчивых низовых пожаров занимают промежуточное положение между сухими и свежими. Учитывая однородность типов леса, а также лесорастительных условий всех ПП, можно предположить, что уменьшение показателя влажности почв произошло с увеличением давности лесного пожара. Это можно связать с исчезновением или сильным нарушением мохового влагоудерживающего яруса.

Подобный расчет для показателя кислотности почвы (Рисунок 4.7) показывает, что все исследованные сосняки произрастают на кислых почвах. При этом показатель pH на ПП варьирует в интервале от 1,3 до 4,5 (Таблица 4.5), указывая на ацидофильность представителей напочвенного покрова. Средний показатель кислотности почвы фитоценозов контрольных ПП (3,2±0,20) находится в середине данного интервала. Максимальное из средних значений кислотности (3,3) получено для ПП устойчивых низовых пожаров двухлетней давности.

За счет изменения структуры опада в первый год после пожара происходит изменение соотношения основных фракций в органогенном горизонте. За счет сгорания верхнего слоя подстилки увеличивается ее плотность. В ее составе появляются тяжелые компоненты в виде частиц угля и золы, происходит увеличение зольности (Безкоровайная и др., 2005).

Нами установлено снижение показателя кислотности почвы в связи с давностью устойчивого низового пожара (Рисунок 4.7) и восстановлением лесной среды со значительным участием кислого хвойного опада.

Ранее установлено увеличение содержания растворимых форм азота, фосфора и калия как после слабого обжига почвы, так и после интенсивного, при котором сгорела большая часть опада и подстилки (Трутнев, Былинкина 1951). В различных условиях местопроизрастания сосняков и ельников также отмечено увеличение азота, фосфора и калия в почве после огневого воздействия (Иванов, Арефьева, 1963; Пономарев, 1965; Фирсова, 1965; Попова, 1975; Фуряева, 1979; Шарыгин, 2006).

Отчетливо заметно послепожарное изменение содержания азота, идентифицируемое растениями ЖНП (Рисунок 4.7). Показатели среднего бала на ПП устойчивых низовых пожаров различной давности превышают аналогичный показатель контрольных участков, за исключением ПП №4 и №25, заложенных в одном лесотаксационном выделе с контрольной ПП №8. Возможно, изначально одинаковые почвенные условия данных площадей, обедненных минеральным азотом, привели к получению низких показателей – 2,5…2,9 (Таблица 4.5). На данные условия произрастания также указывает наличие молинии голубой (Molinia caerulea L.) – индикатора сосновых лесов на сильнокислых и очень бедных почвах (Булохов, 1996).

Представители растительного сообщества живого напочвенного покрова контрольных пробных площадей относятся к полутеневым растениям, получающим более 10%, но менее 100% от полной освещенности. При возникновении пожаров в исследуемых сосняках появляются условия для более требовательных к

освещенности растений. В связи с этим ЖНП формируется за счет видов, занимающих промежуточное положение между полутеневыми и полусветовыми.

Контрольные участки, не затронутые пожарами и хозяйственной деятельностью человека, отличаются 100-процентным общим проективным покрытием ЖНП за счет доминирования в составе напочвенного покрова мха Pleurozium schreberi Brid. Моховой ярус представлен также политрихумом можжевельниковым (Polytrichum juniperum Hedw.) и дикранумом веничным (Dicranum scoparium Hedw.). Также доминантным видом на контрольных ПП является кустарничек брусника обыкновенная (Vacciinium vitis-idaea L.). На данных участках живой напочвенный покров сформирован 9…12 видами, травяной ярус выражен неярко.

После устойчивых низовых пожаров давностью три-четыре года с сохранением древостоя количество видов растений ЖНП также не превышает 12. Общее проективное покрытие снижается до 50…80% за счет полного выгорания мохового яруса. Покров после прохождения устойчивого низового пожара формируется травяным ярусом, в котором доминирует вейник наземный (Calamagrostis epigeios L.). Восстановление яруса мхов после пожара не зафиксировано. Мхи встречаются мелкими фрагментами в местах с понижением микрорельефа, не сильно затронутых огнем, а также на более увлажненных участках.

Таким образом, влияние устойчивых низовых пожаров на напочвенный покров проявляется в перераспределении участия видов: доминантная роль мхов переходит в послепожарных сообществах к представителям травяного яруса. При условии сохранения после пожара древостоя, количество растительных видов на пробных площадях варьирует в узком интервале (8…12 шт.), так же как на контрольных ПП, где насчитывается 9…12 шт. Устойчивый низовой пожар является причиной возрастающего положения видов, требовательных к освещенности и обеспеченности минеральным азотом почвы. Заболачивание почв горельников со временем не выявлено, установлена обратная тенденция. После низовых устойчивых пожаров разной интенсивности почва сохраняет кислые свойства.

Часть живого напочвенного покрова является кормовой базой для почвенной мезофауны. Устойчивые низовые пожары изменяют кислотность почвенных растворов и видовой состав ЖНП, что изменяет кормовой спектр для представителей почвенных фитофагов.

4.3 Влияние таксационных характеристик насаждения на показатели почвенной мезофауны после воздействия низовых пожаров

Отклик экосистем на воздействие пожаров проявляется по-разному и зависит от совокупности факторов: вида и интенсивности пожара, климатических особенностей района, структуры ярусов растительности. Также одним из факторов является строение древостоя и, в частности, его относительная полнота.

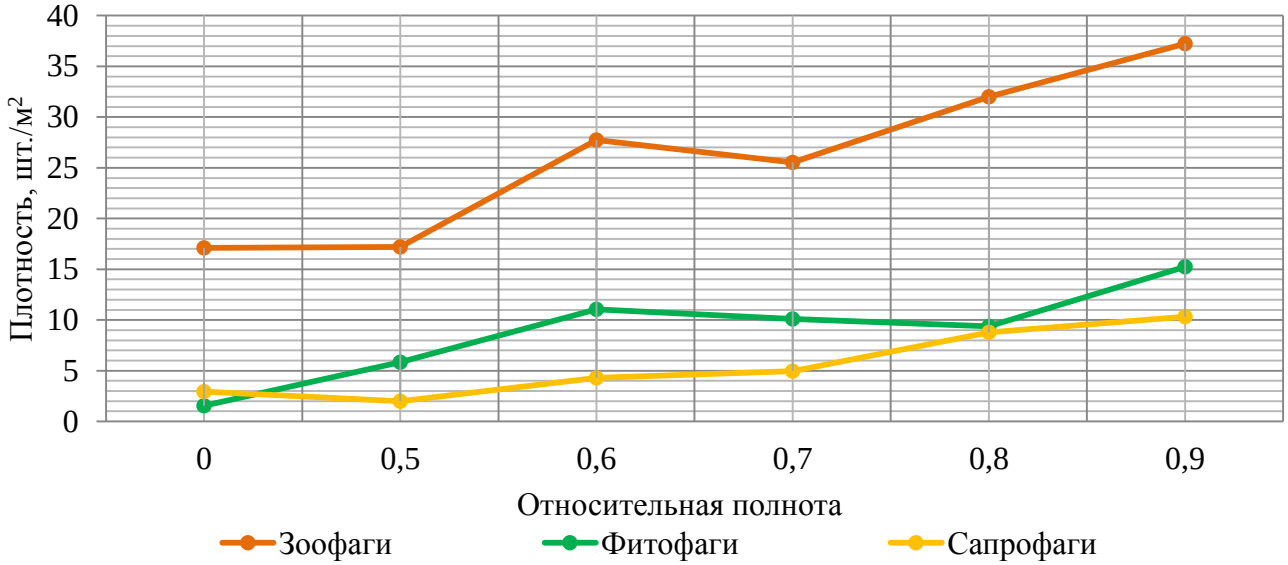


Рисунок 4.8 – Зависимость плотности трофических классов мезофауны от относительной полноты насаждения

Полноте 0 (Рисунок 4.8) соответствуют показатели, полученные на сплошных санитарных рубках после устойчивых низовых пожаров. Плотность всех трофических классов при этом условии минимальна. Отличительной чертой дан-

ных условий является преобладание сапрофагов над фитофагами, что, очевидно, связано с накоплением органических порубочных остатков и резко уменьшенной после сплошной санитарной рубки фитомассы растительных элементов сообщества.

Для каждого класса почвенной мезофауны установлены показатели относительной полноты, при которых достигнуты максимумы их плотности. Плотность всех трофических классов при полноте 0,9 является наибольшей (Рисунок 4.8).

Характер воздействия огня на лес и природа послепожарных изменений в том или ином насаждении связаны и с природой лесного пожара, и с природой самого насаждения. Немаловажным фактором состояния почвенной мезофауны является возраст древостоя.

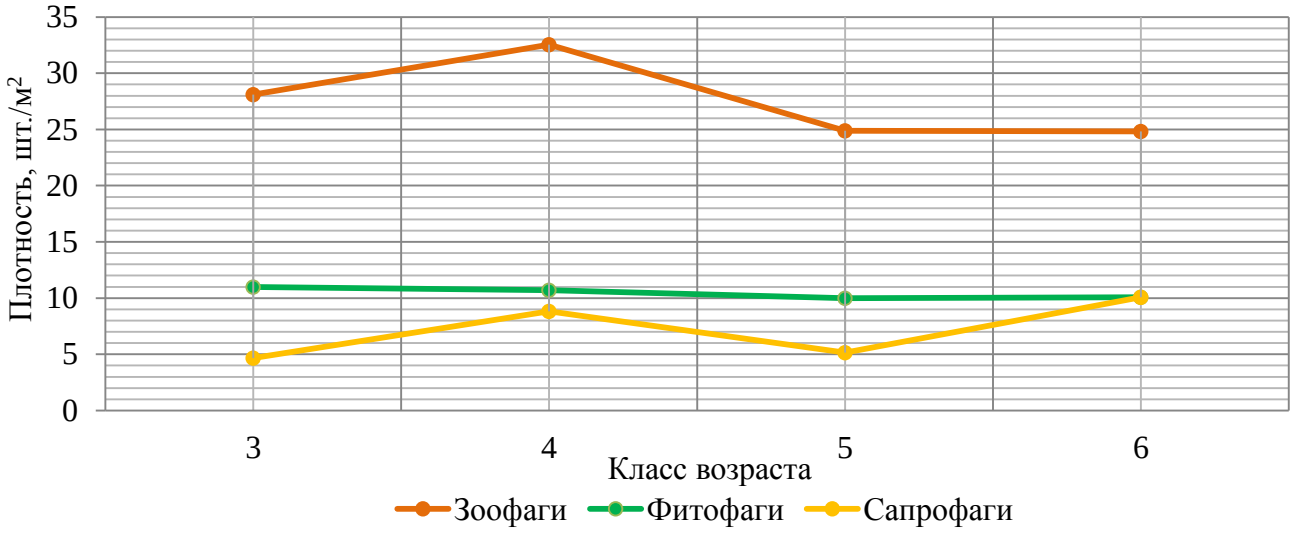


Рисунок 4.9 – Зависимость плотности трофических классов мезофауны от возраста древостоя

Стабильностью во времени отличаются среди прочих классов показатели плотности фитофаги с вариацией от 10,0 до 11,0 шт./м^2 (Рисунок 4.9). У зоофагов максимум плотности приходится на четвертый класс возраста, при пятом и шестом – плотность уменьшается. Для сапрофагов характерны два максимума (четвертый и шестой классы возраста), при одном из которых плотность выравнивается с плотностью зоофагов.

4.4 Влияние низовых пожаров на динамику почвенной мезофауны

Пожары неодинаковы по своей продолжительности, скорости развития, силе и интенсивности. Изменения в почвенно-зоологическом комплексе, происходящие после пожаров, в значительной степени зависят от интенсивности пожара (Certini, 2005). Интенсивность пожара – это физическая характеристика поведения пожара, определяемая как количество тепла, выделяющееся с единицы длины кромки фронта в единицу времени.

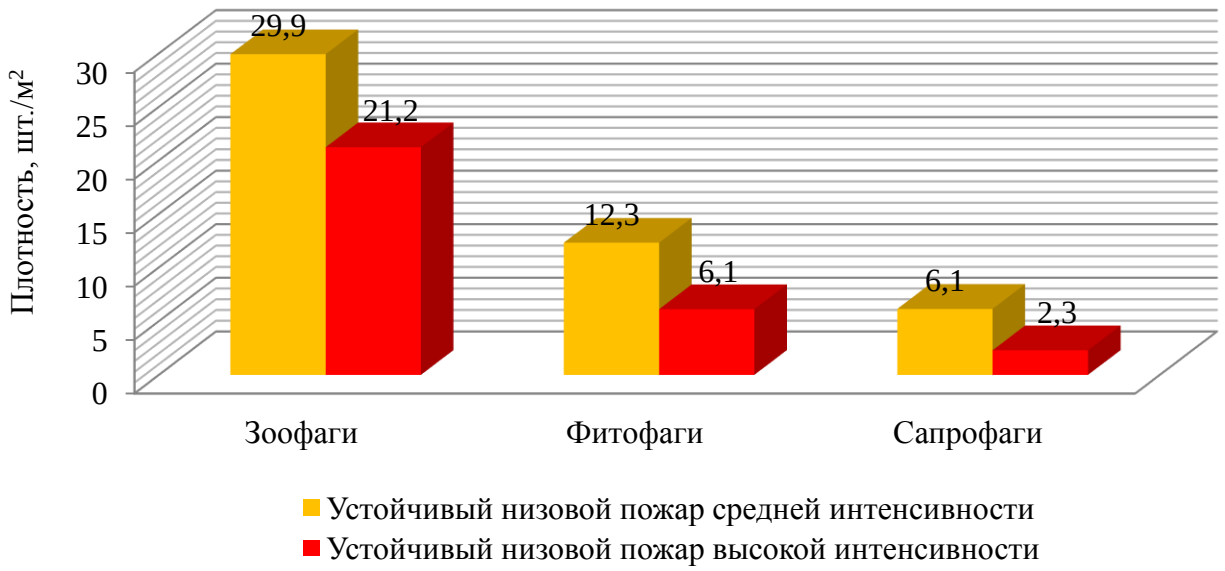


Рисунок 4.10 – Зависимость плотности трофических классов мезофауны от интенсивности устойчивого низового пожара

Изменения фауны почв, происходящие после пожаров, в значительной степени зависят от интенсивности и давности пожара. Более высокая интенсивность устойчивого низового пожара соответствует наименьшим показателям плотности каждого трофического класса (Рисунок 4.10). После устойчивых низовых пожаров средней интенсивности общая плотность мезофауны составляет 48,4 шт./м^2, после устойчивых низовых пожаров высокой интенсивности – 29,6 шт./м^2.

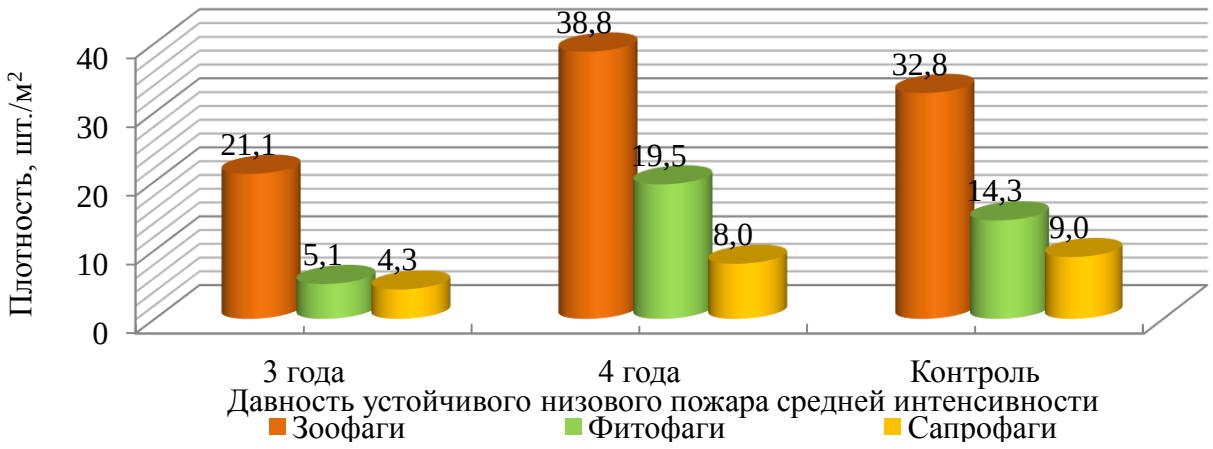


Рисунок 4.11 – Зависимость плотности трофических классов мезофауны от давности устойчивых низовых пожаров средней интенсивности

По истечении трех лет после устойчивых низовых пожаров средней интенсивности общая плотность мезофауны составила 30,4 шт./м^2, через четыре года – 66,3 шт./м^2. Спустя 2…5 лет после устойчивых низовых пожаров высокой интенсивности плотность составила 17,4…47,7 шт./м^2, увеличиваясь по мере увеличения давности. В ряду восстановительной сукцессии после пожаров разной интенсивности отмечены этапы, на которых показатели плотности трофических классов выше контрольных. На четвертый год после устойчивых низовых пожаров средней интенсивности плотность зоофагов и фитофагов опережает данные контроля (Рисунок 4.11). На пятый год после устойчивого низового высокой интенсивности пожара плотность зоофагов больше, чем на контроле (Рисунок 4.12).

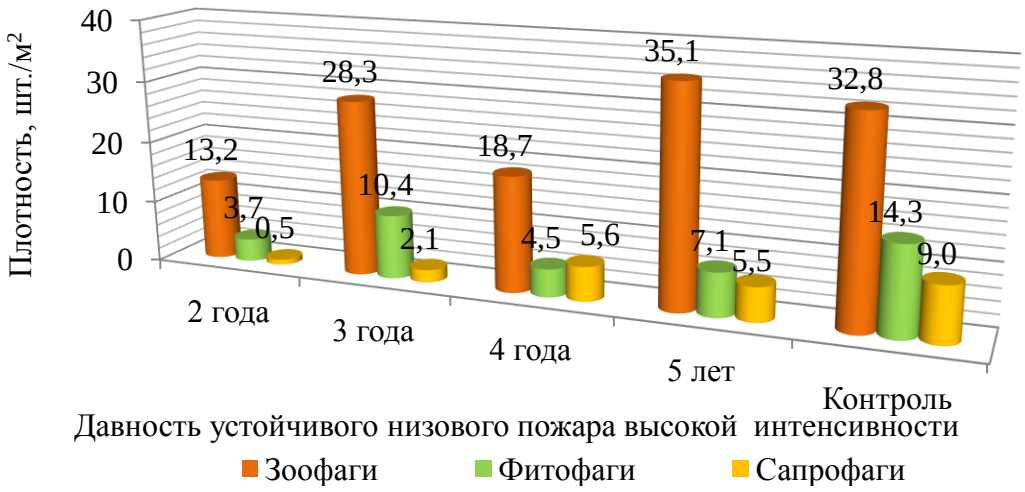


Рисунок 4.12 – Зависимость плотности трофических классов мезофауны от давности устойчивого низового пожара высокой интенсивности

Анализ структуры и показателей трофических классов почвенной мезофауны на местах пожаров различной давности указывает на следующие зависимости и тренды. Недостаток в почве легкодоступного органического вещества обусловливает малую долю сапрофагов, основу комплекса составляют фитофаги и зоофаги. Подобные результаты зафиксированы при изучении почвенной фауны сосняков Березинского государственного биосферного заповедника. Отмечается господствующее положение хищников (88,8…93,8% численности мезофауны) и небольшое количество сапрофагов (0,3%...2,0%) (Чумаков, 1999).

Средняя плотность учтенных почвенных беспозвоночных максимальна для трофических классов на контроле (Рисунок 4.13).

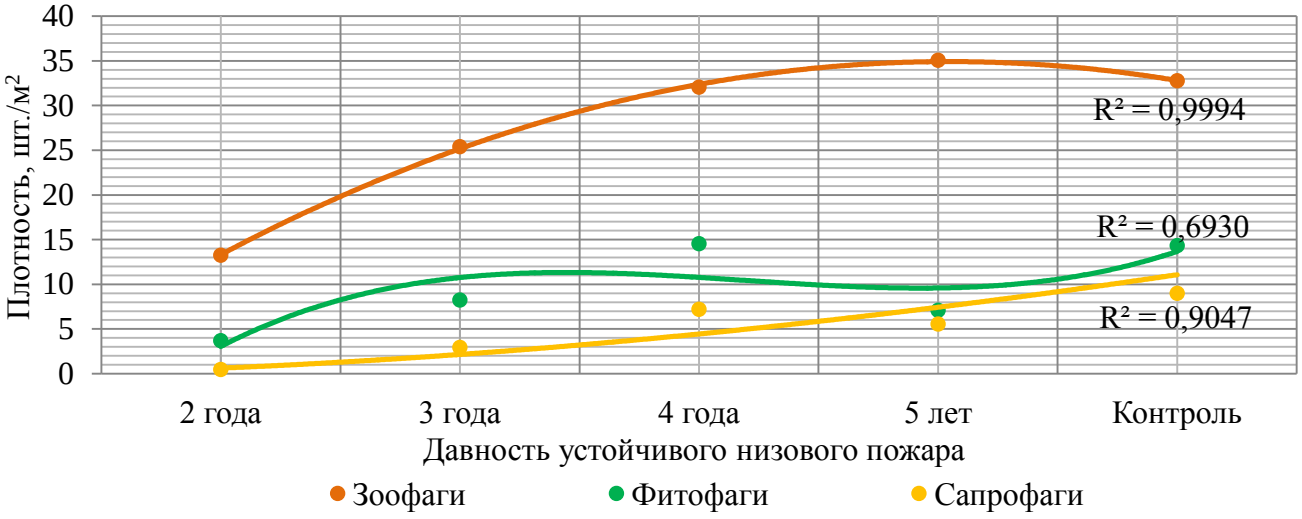


Рисунок 4.13 – Зависимость плотности трофических классов мезофауны от давности воздействия устойчивого низового пожара

Устойчивые низовые пожары средней и высокой интенсивности влекут за собой уничтожение в разной степени лесной подстилки и мохового покрова. Таким образом, необходимо время для послепожарного восстановления подстилки. Пожары снижают общую численность почвенных и эпигеобионтных беспозвоночных. Скорость восстановления ЖНП в данном случае находится в линейной зависимости от давности устойчивого низового пожара. Поэтому наиболее близка к контрольным значениям суммарная плотность сапрофагов в местах пожаров 4…5-летней давности, составляя до 80% от контроля. Это связано с возможностью большего (по времени) накопления объема разлагающихся и гниющих про-

дуктов распада растительного происхождения, являющихся питательной средой для данного трофического класса. Плотность сапрофагов в местах пожаров двухлетней давности более чем десятикратно уступает их плотности на контрольных ПП.

Данная зависимость, характеризующая приближение показателей численности мезофауны к показателям контрольных проб с увеличением времени после прохождения устойчивого низового пожара, установлена также для зоофагов. При этом плотность зоофагов на ПП после пожара пятилетней давности превышает показатель контрольных ПП, а после пожара двухлетней давности – меньше показателя контрольных ПП в 2,5 раза.

В Калужской области проводилось изучение влияния низового пожара на таксономическую структуру мезофауны сосняка-зеленомошника. Отмечено, что в выгоревшем участке после низового пожара на второй год структура мезофауны кардинальным образом не меняется (Баканов и др., 2008).

Таблица 4.6 – Средняя плотность трофических классов мезофауны на ПП, объединенных по признаку наличия и давности воздействия устойчивого низового пожара

Показатель	Зоофаги	Фитофаги	Сапрофаги	Всего
Устойчивые низовые пожары двухлетней давности				
Средняя плотность, шт./м^2	13,3	3,7	0,5	17,4
Доля, %	77,1	18,1	4,8	100,0
Устойчивые низовые пожары трехлетней давности				
Средняя плотность, шт./м^2	25,5	8,2	2,9	36,6
Доля, %	70,6	20,5	8,9	100,0
Устойчивые низовые пожары четырехлетней давности				
Средняя плотность, шт./м^2	32,1	14,5	7,2	53,8
Доля, %	59,6	27,0	13,4	100,0
Устойчивые низовые пожары пятилетней давности				
Средняя плотность, шт./м^2	35,1	7,1	5,5	47,7
Доля, %	73,5	14,8	11,6	100,0
Контрольные ПП				
Средняя плотность, шт./м^2	32,8	14,3	9,0	56,1
Доля, %	58,5	25,5	16,0	100,0

Для ПП, расположенных в местах прохождения устойчивых низовых пожары пожаров двухлетней давности, установлены наименьшие показатели плотности мезофауны (средняя плотность зоофагов – 13,3 шт./м^2, фитофагов – 3,7 шт./м^2, сапрофагов – 0,5 шт./м^2) по сравнению с данными остальных ПП (Таблица 4.6). Наибольшее долевое участие (58,5…77,1%) на всех ПП имеют зоофаги, доля фитофагов в комплексах мезофауны на пробных площадях составляет 14,8…27,0%, а сапрофагов – 4,8…16%.

Почвенное население песчаных подзолов характеризуется крайне низкой плотностью (65 шт./м^2) и разнообразием мезоэдафона (Безкоровайная и др., 2005). Доминантами являются представители Elateridae, Aranei и Formicidae. Однако по данным Лаврова М.Т. (1968) в сосняке-брусничнике численность только фитофагов может доходить до 150 шт./м^2 в спелых и перестойных и до 217,4 шт./м^2 в средневозрастных насаждениях. В таежных сообществах показатели численности мезофауны варьировали от 306 до 732 шт./м^2, наиболее массовые группы: пауки, стафилиниды, жужелицы и др. (Бастраков, 2009).

На исследованных нами ПП доминируют слабо- и среднеподзолистые почвы на флювиогляциальных песках. Отчетливо прослеживается приуроченность отдельных групп к определенным почвенным горизонтам. Большая часть почвенной мезофауны в период наблюдений зафиксирована в слоях лесной подстилки и в почвенных горизонтах (гумусовый и подзолистый) до глубины 10 см. В иллювиальном горизонте отмечались личинки насекомых, а также земляные черви.

При аналогичных исследованиях в сосняках Беловежской пущи подавляющее большинство беспозвоночных было сосредоточено в подстилке и самом верхнем минеральном слое, что связано с легким механическим составом дерново-подзолистых почв и малой мощностью аккумулятивного горизонта А1. Минеральные горизонты почвы населены лишь личинками жесткокрылых (Curculionidae, Elateridae, Scarabaeidae) и двукрылых (чаще Asilidae).

Сравнение сообществ почвенных беспозвоночных сосняков Беловежской пущи с сообществами беспозвоночных аналогичных лесов Беларуси и запада Рос-

сии показало значительное сходство в составе и соотношении массовых групп и доминирующих видов (Козулько, 1996).

Отмечена общность и соответствие полученных нами результатов с результатами изучения мезофауны почв в сосняках Беларуси. Во всех исследованных сосняках на поверхности почвы господствовали пауки, плотность губоногих многоножек достигала 8,8 экз./м^2, жесткокрылые составили 17,7…27,7% всех беспозвоночных (6,8…26,8 экз./м^2) (Чумаков, 1999). В трофической структуре беспозвоночных господствующее положение занимают хищники. В небольшом количестве встречаются сапрофаги.

Сравнительный анализ данных проводился нами также и по соотношению функционально-трофических классов мезофауны.

Известно, что соотношение численности сапрофагов и хищников может служить индикатором нарушенности экосистемы. В ненарушенном биоценозе доля сапрофагов составляет определенную долю в численности мезофауны, в условиях высокой антропогенной нагрузки соотношение хищники/сапрофаги меняется. Преобладание зоофагов ведет к увеличению плохо размельченных остатков органических веществ в почве, что в свою очередь, уменьшает доступность растительных тканей для микроорганизмов. Выявлено, что на долю хищников в нарушенных биоценозах приходится 17%, а в контрольных – зоофаги составили только 15% (Соколова, 2009). Таким образом, в зависимости от состояния почвенно-растительных условий меняется соотношение морфо-экологических групп педобионтов. Сапрофаги тесно связаны с показателями состава и мощности подстилки, как объекта питания, поэтому они одними из первых реагируют на антропогенные воздействия, и снижение их доли может служить показателем нарушенности экосистемы. Периодическое же нарушение и уничтожение растительного покрова в первую очередь сказывается на фитофагах.

Таблица 4.7 – Плотность поселения почвенной мезофауны на пробных площадях

№ ПП	Характеристика пожара	Зоофаги (З), шт./м^2	Фитофаги (Ф), шт./м^2	Сапрофаги (С), шт./м^2	Соотношение З:Ф:С	∑, шт./м^2
2	Без пожара	26,46	2,77	6,15	9,6 : 1,0 : 2,2	35,4
3	УНП ВИ давностью 2 года	8,0	1,4	0,3	6,0 : 1,0 : 0,3	9,7
4	УНП ВИ давностью 2 года	12,5	2,8	0,00	4,5 : 1,0 : 0,0	15,3
5	УНП СИ давностью 3 года	18,2	2,4	2,1	7,5 : 1,0 : 0,9	22,7
6	УНП СИ давностью 3 года	24,00	7,7	6,4	3,1 : 1,0 : 0,8	38,1
7	УНП ВИ давностью 4 года	18,7	4,5	5,6	4,1 : 1,0 : 1,2	28,8
8	Без пожара	28,0	8,3	8,9	3,4 : 1,0 : 1,1	45,2
9	УНП ВИ давностью 2 года	19,2	6,9	1,1	2,8 : 1,0 : 0,2	27,2
10	Без пожара	35,1	10,5	11,7	3,4 : 1,0 : 1,1	57,2
20	Без пожара	37,5	16,0	11,4	2,3 : 1,0 : 0,7	64,9
21	УНП ВИ давностью 3 года	32,7	8,9	0,3	3,7 : 1,0 : 0,0	41,9
22	УНП ВИ давностью 5 лет	35,1	7,1	5,5	5,0 : 1,0 : 0,8	47,7
23	Без пожара	30,2	28,3	6,8	1,1 : 1,0 : 0,2	65,2
24	Без пожара	39,4	20,0	8,9	2,0 : 1,0 : 0,4	68,3
25	УНП ВИ давностью 3 года	21,9	8,9	4,0	2,4 : 1,0 : 0,4	34,8
26	УНП СИ давностью 4 года	35,4	22,8	4,6	1,6 : 1,0 : 0,2	62,8
27	УНП СИ давностью 4 года	42,2	16,3	11,4	2,6 : 1,0 : 0,7	69,9
28	УНП ВИ давностью 3 года	30,5	13,2	1,8	2,3 : 1,0 : 0,1	45,5

УНП ВИ – устойчивый низовой пожар высокой интенсивности, УНП СИ – устойчивый низовой пожар средней интенсивности

Биологически устойчивые, не поврежденные вредителями и не ослабленные болезнями насаждения контрольных ПП создают условия для преобладания зоофагов в среднем в 2,3 раза (Таблица 4.7) над фитофагами и почти в четыре раза над сапрофагами (2,3:1,0:0,6). Учет мезофауны на площадях, нарушенных устой-

чивыми низовыми пожарами средней интенсивности, показал, что соотношение, близкое к допожарному, достигается спустя три-четыре года (2,4:1,0:0,5). Результаты обследования очагов устойчивых низовых пожаров высокой интенсивности 2…5-летней давности зафиксировали увеличении доли зоофагов до 1,6…2,2 раз. Спустя два года после пожаров высокой интенсивности доля сапрофагов минимальна (в шесть раз ниже контроля), спустя пять лет – достигает контроля.

Результаты почвенно-зоологических исследований (Таблица 4.7) свидетельствуют о том, что плотность всех групп трех трофических классов комплекса педофауны варьирует на контрольных пробных площадях в пределах 35,4…68,3 шт./м^2.

На пробных площадях устойчивых низовых пожаров различной давности плотность также указывает на обедненность почвенного населения. Полученные нами результаты находят подтверждение в исследовании, в котором утверждается, что пожары высокой интенсивности приводят к деградации почвенных сообществ: через пять лет численность мезоэдафона низкая (9,7 экз./м^2), упрощена структура педокомплексов (Краснощекова, 2009).

По данным исследования в лесу Южной Каролины августовский низовой пожар уменьшил численность почвенной мезофауны (по результатам измерений на следующий день после пожара). Но ежегодно подвергающиеся выгоранию участки имели численность поселения почвенной мезофауны выше, чем участки, которые не были сожжены в течение трех или более лет. Обилие наземных насекомых уменьшается сразу после пожара, но затем увеличивается, по мере роста свежих, молодых растений (Smith, 2000).

Исследовательские работы на территории Восточного Саяна показали, что обилие насекомых и их личинок в подстилке, в зависимости от степени захламленности и температуры огня, уменьшается в 3…14 раз. Восстановление прежнего зооценоза происходит на второй год. Фауна почв выжженных участков в основных параметрах остается сходной с фауной вырубок (Тимошкина, 2004).

Наряду со снижением общей плотности, после пожаров происходит уменьшение количества групп мезофауны. Данный показатель также находится в зави-

симости от интенсивности и давности пожара. На контрольных ПП зафиксировано 10…15 групп мезофауны. Для условий устойчивых низовых пожаров средней интенсивности трехлетней давности характерно наличие представителей 11…12 групп, четырехлетней давности – 14 групп. На пробных площадях спустя 2…5 лет после устойчивых низовых пожаров высокой интенсивности отмечено 7…11 систематических групп почвенной мезофауны.

Пожары вносят изменения в структуру мезофауны, заключающиеся в перераспределении роли отдельных систематических групп. После устойчивых низовых пожаров средней интенсивности 3...4-летней давности на первый план, наряду с личинками щелкунов, выходят представители хищных губоногих многоножек при некотором уменьшении доли пауков, нишу которых занимают муравьи.

В комплексе напочвенных беспозвоночных спустя 2…5 лет после устойчивых низовых пожаров высокой интенсивности доминантами становятся типичные поверхностнообитающие подвижные хищники – пауки (18,8% от общей плотности почвенной мезофауны) и муравьи (18,5%). Аналогичное место в численной иерархии сообщества занимают губоногие многоножки. Щелкуны становятся субдоминантами (12,3%).

Для почвенного населения контрольных ПП характерна самая высокая встречаемость пауков (92,3%) и достаточно высокая – губоногих многоножек (82,0%). Среди фитофагов наибольшая встречаемость отмечена у щелкунов (82,1%), при показателе остальных представителей данной трофической группы 6,4…29,5%. Встречаемость тараканов (61%) намного превышает показатели остальных сапрофагов.

Нами зафиксировано влияние устойчивых низовых пожаров на встречаемость групп почвенной мезофауны. После пожаров встречаемость пауков и губоногих многоножек снижается, но остается наибольшей среди систематических групп. При анализе встречаемости в послепожарных сообществах хорошо прослеживается роль интенсивности устойчивого низового пожара. Для встречаемости 12 из 15 групп мезофауны характерна определенная зависимость. Встречаемость их после пожаров средней интенсивности на 1,7…31,6% выше, чем после

пожаров высокой интенсивности. Муравьи – единственная группа мезофауны, встречаемость которой после пожаров разной интенсивности больше, чем на контрольных ПП.

Среди почвенных фаз развития насекомых наибольшее значение и встречаемость имеют представители семейств щелкунов, долгоносиков, хрущей и отряда двукрылых. Основными представителями надкласса многоножек являются почвенные губоногие и двупарноногие многоножки.

Исследования в таежных хвойных лесах Швеции показали, что после пожара на всех лесных объектах (с преобладанием в составе сосны обыкновенной) численность находящиеся в слоях почвы щелкунов резко возросла. Вероятно, их привлекло то, что лесные пожары, высвободили питательные вещества, которые стимулируют рост травы и сорняков, корнями которых питаются личинки щелкунов (Muona, 1994).

Для личинок щелкунов влажность почвы является существенным фактором в распределении и поведении (Гиляров,1939). Видовой состав элатеридокомплекса хорошо отражает режим влажности почв. Имея в виду эту экологическую особенность и учитывая установленное нами послепожарное изменение увлажнения почв, идентифицируемое растениями ЖНП и данные учетов мезофауны, можно утверждать, что плотность щелкунов на территории, пройденной пожарами, уменьшается. Важным лимитирующим фактором распространения щелкунов является также и температурный режим (Черепанов, 1965), претерпевающий изменения в результате пожаров высокой интенсивности с образованием «окон» выпавших стволов и появления полян при рубках леса.

Нами зафиксированы личинки четырех видов щелкунов на послепожарных территориях (Приложение В). Для контроля характерно доминирование щелкуна широкого (Selatosomus latus F.) – 36% (3,7 шт./м^2). Личинки щелкуна каштанового (Anostirus castaneus L.) (2,9 шт./м^2) и щелкуна окаймленного (Dolopius marginatus L.) (3,1 шт./м^2) имеют схожие доли в сообществе учтенных щелкунов (28% и 29% соответственно). Остальная доля (7%) приходится на личинок щелкуна мозаичного (Prosternon tessellatum L.) (0,7 шт./м^2).

В результате устойчивого низового пожара высокой интенсивности происходит перераспределение участия видов. Доля личинок щелкуна широкого достигает почти половины (44%) при плотности 1,3 шт./м^2, возрастает участие личинок щелкуна мозаичного (21%) с плотностью 0,6 шт./м^2. Снижается участие личинок щелкуна каштанового и щелкуна окаймленного в сообществе (около 16…18%). По истечении пяти лет после низового пожара высокой интенсивности отмечается преобладание личинок щелкуна окаймленного и отсутствие щелкуна мозаичного.

Низовой устойчивый пожар средней интенсивности в меньшей степени влияет на встречаемость каждого из четырех видов щелкунов – каждый вид представлен четвертой частью от всех учтенных личинок.

Таким образом, под влиянием устойчивых низовых пожаров наименьшие изменения в плотности заселения почв щелкунами претерпевает эврибионтный вид – щелкун широкий (Рисунок 4.14). Только при пятилетней давности устойчивого низового пожара высокой интенсивности его доминантное положение занимает другой вид (щелкун окаймленный).

В исследовании воздействия пожаров на фауну в Средиземноморских экосистемах чувствительность к пожару в насаждениях была оценена разницей между плотностями в контрольном и сгоревшем участках. Поскольку непосредственным следствием пожара стало исчезновение подстилки, это повлияло в первую очередь на обитателей подстилки. Разница была самой высокой у многоножек-литобиид, которые потеряли более 80% их населения в насаждении после пожара (Athias-Binche, 1987).

Результаты исследований в лесах Западной Австралии свидетельствуют о том, что на обоих участках (не подверженном воздействию огня и сгоревшем) было зафиксировано сходное количество таксонов и число особей всех таксонов вместе. На участке леса после пожара средней интенсивности губоногие многоножки отмечены со значительно меньшей плотностью. Личинки жуков были отмечены в большем количестве на несгоревшем участке. Все таксоны, кроме трех, восстанавливают плотность в течение трех лет после пожара средней интенсивности (Abbott, 1984).

На послепожарных территориях среди личинок двукрылых (Diptera) преобладают представители рода Lasiopogon Lw. На контрольных ПП их доля среди личинок двукрылых составляла 73%. На пробных площадях после устойчивых низовых пожаров высокой интенсивности также наблюдалось их численное превосходство (67…100%) над остальными личинками Diptera. Характерной особенностью, выявленной при учете двукрылых на всех ПП, можно считать присутствие куколок ктырей Philonicus albiceps Mg. На контроле их доля – 27% от всех учтенных двукрылых. С увеличением давности пожара отмечается увеличение их встречаемости (36…40%).

Важный для почвообразования класс олигохет представлен в исследованиях следующими экологическими группами червей: земляные черви (Lumbricus terrestris L.) и подстилочные черви (Dendrobaena octaedra Sav., Lumbricus castaneus Sav.). Участки леса, не подверженные антропогенным воздействиям, характеризуются слабым преобладанием земляных форм червей над подстилочными. На протяжении двух…пяти лет после устойчивых низовых пожаров разной интенсивности отмечены незначительные колебания как в сторону уменьшения, так и в сторону повышения доли каждой экологической группы. На контрольных ПП их доля достигает 7,3% от всей почвенной мезофауны (с плотностью 4,1 шт./м^2). В результате воздействия устойчивых низовых пожаров высокой интенсивности 2…5-летней давности, а также при влиянии устойчивых низовых пожаров средней интенсивности 3…4-летней давности плотность олигохет составляет 1,0 и 1,4 шт./м^2 соответственно.

В результате воздействия устойчивых низовых пожаров высокой интенсивности давностью 2…5 лет на комплекс олигохет более чем в четыре раза уменьшается плотность по сравнению с незатронутыми пожарами участками леса.

Личинки долгоносиков, а также куколки пилильщиков и совок находятся в подстилке и в почве в неактивном состоянии и служат пищевым резервом для зоофагов.

Одни из опасных вредителей леса – хрущи и долгоносики – на стадии личинки приносят вред, питаясь тканями древесных корней. В исследованных сос-

няках из семейства пластинчатоусых (Scarabaeidae) идентифицированы личинки майского хруща (Melolontha hippocastani F.) (Рисунок 4.14), а также хруща июньского (Amphimallon solstitialis L.). Доля хрущей на участках леса, пройденных низовыми пожарами, в комплексе почвенной мезофауны незначительна (1,6…2,9%). На контрольных ПП отмечены личинки разных возрастов только майского хруща. При повреждении насаждений устойчивыми низовыми пожарами различной интенсивности отмечены личинки хруща июньского. При этом их доля превышает долю личинок майского восточного хруща до пяти раз.

Хорошая прогреваемость сухих песчаных почв, особенно в связи с сильной послепожарной разреженностью древостоев, присутствие в напочвенном покрове травянистых растений (вейник) и появление молодого поколения сосны могут создавать условия для резкого увеличения численности в почве личинок майских хрущей (Мелехов и др., 2007). Однако в наших исследованиях плотность хрущей на контрольных ПП и после пожаров различной интенсивности составила 0,9 шт./м^2.

Из долгоносиков зафиксирован один вид – Brachyderes incanus L. Плотность личинок его составляет 1,3 шт./м^2 на контрольных пробных площадях. Наиболее близкие значения получены на ПП в насаждениях, пройденных пожарами средней интенсивности. Для ПП на участках после устойчивых низовых пожаров высокой интенсивности различной давности характерны меньшие (до 4,3 раза) значения плотности поселения личинок долгоносика.

Хищники (Carabidae, Chilopoda) представляют больший, чем фитофаги, интерес как показатели почвенных условий, так как их распределение и встречаемость более зависят от всего комплекса экологических условий, а не строго лимитируется в первую очередь одним лишь фактором – наличием определенного вида растений. Учитывая, что хищники встречаются повсеместно, в отличие от сапрофагов и фитофагов, эта группа насекомых активно перемещается в поисках пищи, и часто в почвах, подверженных антропогенным нагрузкам, зоофаги представляют наиболее существенную группу почвенных беспозвоночных, по которой можно судить о происходящих в почвах процессах (Соколова, 2009).

Численность многоножек в зависимости от конкретных условий может очень сильно варьировать от нуля или единиц до сотен и даже тысяч особей на 1м^2 (Гиляров, 1982).

Губоногие многоножки – вторая по численности среди зоофагов группа мезофауны на контрольных ПП в участках леса, не затронутых пожарами, с плотностью 7,9 шт./м^2. Характерно преобладание костянок (Lithobiomorpha) над представителями отряда геофилов (Geophilomorpha): 79…88% и 12…21% соответственно (Рисунок 4.14). В распределении представителей отрядов губоногих многоножек при воздействии устойчивых низовых пожаров наблюдается четкая зависимость. Костянки преобладают над геофилидами и в почве на ПП пожаров. Однако величина такого численного превосходства тем меньше, чем меньше давность пожара. После устойчивых низовых пожаров высокой интенсивности происходит сокращение плотности губоногих многоножек в 1,9 раза и увеличение в 1,2 раза – после устойчивых низовых пожаров средней интенсивности.

Большую роль в регуляции численности почвенной мезофауны играют активные хищники жужелицы. М.С. Гиляров (1982) отмечал, что в лесах Московской области численность их различна и находится в пределах 3,6…12,7 шт./м^2.

Нами зафиксировано десять видов из данного семейства. На контрольных ПП отмечено пять видов с плотностью 4,4 шт./м^2, среди которых наибольшую долю (64%) имеет Calathus micropterus Duft. (Рисунок 4.14) Здесь наиболее представителен по количеству видов род Pterostichus, на долю которого приходится 29% от плотности жужелиц. В его составе представлены Pterostichus oblongopunctatus F., Pterostichus melanarius Ill., Pterostichus aethiops Pz. Также при учете отмечен Carabus nemoralis Mull. с низкой долей участия в сообществе жужелиц (7%).

После устойчивых низовых пожаров средней интенсивности также зафиксировано пять видов жужелиц. Большее количество видов (семь) характерно для мест прохождения устойчивых низовых пожаров высокой интенсивности. В составе сообществ жужелиц всех ПП отмечены три вида: имеющий наибольшую долю в общей плотности Calathus micropterus Duft., Pterostichus oblongopunctatus F. и Pterostichus melanarius Ill.. После пожаров средней интенсивности помимо

указанных выше трех видов отмечены Broscus cephalotes L. и Amara plebeja Gyll., на долю которых приходится 21%. Amara plebeja Gyll. присутствует также на местах прохождения пожаров высокой интенсивности с появлением Pterostichus minor Gyll., Loricera pilicornis F. и Notiophilus palustris Duft.

Таким образом, устойчивые низовые пожары не способствуют уменьшению видового разнообразия жужелиц. Calathus micropterus Duft. является самым многочисленным представителем, составляя не менее 31% сообщества жужелиц на всех ПП, вместе с Pterostichus oblongopunctatus F. и Pterostichus melanarius Ill., являясь основой карабидокомплеса.

Данные виды среди прочих считаются доминантными также в лесах Подмосковья (Гиляров, 1982).

Две доминирующие подстилочно-обитающие группы хищных жуков (жужелицы и стафилины) по-разному реагируют на устойчивые низовые пожары. Если численность жужелиц увеличилась незначительно, то стафилины по данным Muona (1994) проявляют несколько отличную тенденцию.

Стафилины – одна из крупнейших групп почвенных насекомых, приуроченная к почве и лесной подстилке. Нами зафиксированы имаго десяти видов, а также личинки четырех родов (два из которых не включают зафиксированные виды).

В контрольных условиях учтено семь видов, наибольшую долю из которых имеет Xantholinus tricolor F. при плотности 0,9 шт./м^2. Субдоминантными видами выступают Philonthus decorus Grav. и Xantholinus linearis Ol. с долями 14,3% и 11,1% соответственно. Менее 5% в общей плотности стафилинов имеет каждый из трех следующих видов: Staphilinus aethiops Waltl., Gabrius osseticus Kol. и Acidota crenata F., около 10% приходится на личинки рода Heterothops.

После устойчивых низовых пожаров высокой интенсивности 3...5 летней давности отмечены три вида стафилинов. Они же характерны и для контрольных условий. Преобладают представители рода Xantholinus. Менее 15% приходится на вид Gabrius osseticus Kol. при плотности 0,2 шт./м^2.

При давности четыре года после устойчивого низового пожара средней интенсивности комплекс стафилинов представлен шестью видами, представленными в контрольных условиях и, дополнительно, еще тремя видами.

Для всех ПП отмечена общая особенность – совместная доля Xantholinus tricolor F. и Xantholinus linearis Ol. (Рисунок 4.14) значительно преобладает над долями других видов в сообществе стафилинов. Таким образом, данные виды являются основой комплекса стафилинов в данных условиях. Устойчивые пожары высокой интенсивности давностью до пяти лет способствуют уменьшению количества видов стафилинов в сообществе. В результате пожаров средней интенсивности давностью до четырех лет количество стафилинов не меньше, чем на контрольных ПП.

Таким образом, роль устойчивых низовых пожаров заключается в прямом воздействии на фитоценоз и опосредованном влиянии на почвенную мезофауну через ослабление санитарного состояния древостоев. Пожары изменяют кислотность почвенных растворов и видовой состав ЖНП. Часть ЖНП является кормовой базой и средообразователем для почвенной мезофауны, следовательно, изменяется кормовой спектр и условия обитания для представителей почвенных фитофагов. В результате пожаров трансформируется трофическая структура комплекса и изменяется таксономическое разнообразие эпигеобионтной мезофауны. Происходит сокращение общей плотности беспозвоночных, снижение доли сапрофагов и в большинстве случаев – увеличение доли зоофагов. Комплекс олигохет резко снижает плотность. Наименьшие изменения плотности испытывают щелкун Selatosomus latus F., двукрылые рода Lasiopogon Lw. Вариация плотности губоногих многоножек зависит от интенсивности пожара. Основу комплекса жужелиц составляют Calathus micropterus Duft., Pterostichus oblongopunctatus F. и Pterostichus melanarius Ill., комплекса стафилинов – представители рода Xantholinus.

А

Б

В

Г

Д

Е

Рисунок 4.14: А – Эонимфа звезчатого пилильщика-ткача (Acacntholyda posticalis Mats.); Б – Последний сегмент тела личинки щелкуна широкого (Selatosomus latus F.); В – Личинки хруща Melolontha hippocastani F.; Г – Фоновый вид Calathus micropterus Duft.; Д – Геофил (Geophilidae) – представитель хищных губоногих многоножек; Е – Стафилин Xantholinus linearis Ol.

5 Влияние рубок леса на растительность и динамику почвенной мезофауны

5.1 Влияние добровольно-выборочных и сплошных рубок леса на санитарное состояние древостоев

Проведено детальное обследование на пробных площадях с установлением санитарного состояния древостоев в сосновых насаждениях естественного происхождения после сплошных санитарных рубок, проведенных в год пожара, спустя один год после добровольно-выборочных рубок (справедливее в конкретных условиях классифицировать их как ландшафтные) интенсивностью 15…20% по запасу (Рисунок 5.1) и сплошных рубок спелых насаждений (Рисунок 5.2), а также в однотипных условиях насаждений, не затронутых рубками (Рисунок 5.3). Заложено десять безразмерных пробных площадей (ПП), четыре из которых являются контрольными. При учете состояния сосновых насаждений на ПП были получены показатели состояния 717 деревьев главной породы.

Таблица 5.1 – Таксационные характеристики насаждений, в которых заложены пробные площади

№ ПП	Таксационные показатели							
	Состав		Средний возраст, лет	Класс бонитета	Тип леса	ТЛУ	Относительная полнота	
	до рубки	после рубки					до рубки	после рубки
1	10С	–	–	–	Бр	$А_2$	0,7	–
11	8С1Е1Б	8С1Е1Б	90	II	Бр	$В_2$	0,6	0,5
12*	8С1Е1Б	без рубки	90	II	Бр	$В_2$	0,6	без рубки
13	9С1Б	9С1Б	85	I	Бр	$В_2$	0,7	0,6
14*	9С1Б	без рубки	85	I	Бр	$В_2$	0,7	без рубки
15	10С	10С	85	I	Бр	$В_2$	0,7	0,5
16*	10С	без рубки	85	I	Бр	$В_2$	0,7	без рубки
17	8С2Б+Е	–	–	–	Сл	$С_2$	0,7	–
18*	8С2Б+Е	без рубки	90	I	Сл	$С_2$	0,7	без рубки
19	10С+Б	–	–	–	Бр	$А_2$	0,5	–

* – контрольная пробная площадь.

Рисунок 5.1 – Древостой ПП №11 после добровольно-выборочной рубки интенсивностью 15% по запасу

Рисунок 5.2 – ПП №17 на месте проведения сплошной рубки спелого насаждения

Рисунок 5.3 – Древостой контрольной пробной площади №18

Данные получены в условиях однообразия экотопов. Тип леса на восьми пробных площадях – брусничный. Преобладающий тип лесорастительных условий – свежая суборь. Доля участия сосны в спелых среднеполнотных насаждениях – 8…10 единиц (Таблица 5.1).

Таблица 5.2 – Санитарное состояние древостоев и пирологические характеристики пробных площадей

Номер пробной площади	Характеристика воздействия		Количество деревьев главной породы, шт.	Средневзвешенная категория санитарного состояния	ПЖС древостоя, %
	Вид рубки	Наличие низового устойчивого пожара			
1	Сплошная санитарная	Пожар (давностью два года)	–	–	–
11	Добровольно-выборочная интенсивностью 15%	Без пожара	90	1,13	96,0
12*	Без воздействия		109	1,05	98,6
13	Добровольно-выборочная интенсивностью 20%	Без пожара	106	1,06	98,3
14*	Без воздействия		103	1,19	94,2
15	Добровольно-выборочная интенсивностью 20%	Без пожара	101	1,13	96,1
16*	Без воздействия		104	1,06	98,3
17	Сплошная спелого насаждения (давностью один год)	Без пожара	–	–	–
18*	Без воздействия		104	1,08	97,7
19	Сплошная санитарная	Пожар (давностью три года)	–	–	–

* – контрольная пробная площадь.

Анализ санитарного состояния показал, что все древостои относятся к категории «здоровых». При организации лесохозяйственных мероприятий в рубку назначались в первую очередь поврежденные, перестойные, спелые с замедленным ростом деревья. Поэтому средний показатель СКС пробных площадей в ме-

стах проведения рубок и ПЖС древостоев равны показателям контрольных ПП (1,1 и 97% соответственно).

5.2 Влияние добровольно-выборочных и сплошных рубок леса на живой напочвенный покров

Для изучения влияния рубок на ЖНП нами произведен его учет в местах проведения добровольно-выборочных рубок интенсивностью 15…20%, сплошных санитарных рубок, сплошных рубок спелых насаждений, а также в контрольных условиях.

На ПП в составе живого напочвенного покрова были учтены 37 видов растений, среди которых на контроле – 16, после добровольно-выборочных и сплошных рубок спелых насаждений – по 8, после сплошной санитарной – 28 (Таблица 5.3). Число видов на отдельных ПП изменялось от 5 до 20. На контрольных ПП отмечено по 7…9 видов ЖНП, после добровольно-выборочных рубок – по 5…7. Количество видов резко возрастает (до 20) на ПП с отсутствием древостоя после проведения сплошной санитарной рубки. Общее проективное покрытие на исследуемых ПП составило 70…100%.

На контрольных ПП доминантные виды являются типичными лесными растениями (плевроциум Шребера (Pleurozium schreberi Brid.), брусника обыкновенная (Vacciinium vitis-idaea L.)). Проективное покрытие максимально – 100%. В результате выборочных рубок молиния голубая (Molinia caerulea L.) становится также доминантом, проективное покрытие составляет 70…80%. Для участков леса после сплошных рубок характерно проективное покрытие 80% при доминировании дерновинного лесного вида вейника наземного (Calamagrostis epigeios L.).

Таблица 5.3 – Степень количественного участия (проективного покрытия) растительных видов ЖНП на пробных площадях в баллах по шкале Браун-Бланке

Вид растений	Вид антропогенного воздействия									
	ДВР, 15…20%			СПР			Контроль			
№ пробной площади	11	13	15	1*	17	19*	12	14	16	18
Achillea millefolium L.				2						
Agrostis capillaries Sibth.						+				
Apera spica-venti L.				+		+				
Arctium lappa L.				+						
Artemisia absinthium L.				+		r				
Calamagrostis epigeios L.				4	1	3				1
Calluna vulgaris L.						r	r	r	+	
Chamerion angustifolium L.				+	+	1				
Convallaria majalis L.		r		+	1				+	1
Dicranum scoparium Hedw.								1		
Erigeron acris L.				+		2				
Erigeron canadensis L.				2	+					
Festuca ovina L.				+		r				
Fragaria vesca L.				+						
Galium mollugo L.				+						
Gnaphalium sylvaticum L.						+				
Hieracium umbellatum L.				1	1	+				+
Koeleria glauca Spreng.						+				
Ledum palustre L.		+						r		
Leonurus cardiaca L.				+						
Luzula pilosa L.						+				r
Majanthemum bifolium L.										+
Melampyrum nemorosum L.								r		+
Melampyrum sylvaticum L.		r	+			r	r	+	+	
Molinia caerulea L.	2	3	1				2	+	1	
Pleurozium schreberi Brid.	2	2	2				4	3	3	3
Polygonum persicaria L.				+						
Polytrichum juniperum Hedw.						+				
Pteridium aquilinum L.					3					2
Rumex acetosella L.				+	+	r				
Solidago virgaurea L.	+		1	1		1				
Sphagnum squarrosum Crome.							1			
Tanacetum vulgare L.				+						
Trifolium repens L.				+						
Vacciinium vitis-idaea L.	2	2	2		1	+	2	3	2	2
Vaccinium myrtillus L.	1	1	1				2	1	2	
Viola canina L.				+						
Количество видов, шт.	5	7	6	20	8	17	7	9	7	9
Общее проективное покрытие, %	80	75	70	90	80	80	100	100	100	100

ДВР, 15…20% – добровольно-выборочные рубки интенсивностью 15…20% по запасу; СПР – сплошные рубки; * – сплошная санитарная рубка.

На ПП произведена экологическая оценка местообитания с использованием оптимумных экологических шкал Г. Элленберга. В результате были получены средние баллы выраженности основных экологических факторов на отдельных ПП (Таблица 5.4).

Таблица 5.4 – Выраженность экологических факторов на пробных площадях

Средний балл выраженности фактора				
№ ПП	L – освещенность	F – влажность почвы	R – кислотность почвы	N – обеспеченность мин. азотом
Контрольные ПП				
12	4,7	6,3	4,0	2,0
14	4,4	5,3	3,1	2,0
16	4,9	5,3	3,0	2,1
18	4,6	5,3	3,5	2,9
Среднее значение	4,7±0,10	5,6±0,25	3,4±0,23	2,3±0,22
Добровольно-выборочные рубки интенсивностью 15…20%				
11	5,2	5,8	3,2	2,3
13	5,3	6,2	3,0	2,0
15	4,6	5,4	3,0	2,4
Среднее значение	5,0±0,22	5,8±0,23	3,1±0,07	2,2±0,12
Сплошные санитарные рубки, сплошные рубки спелых насаждений				
1	7,4	4,4	4,6	5,5
17	6,3	4,9	3,0	3,7
19	6,9	4,6	4,7	4,1
Среднее значение	6,9±0,32	4,6±0,56	4,1±0,55	4,4±0,55

В соответствии с градацией экологических шкал Г. Элленберга, контрольные пробные площади располагаются на свежих почвах (в средних условиях увлажнения). Проведение добровольно-выборочных рубок интенсивностью 15…20% существенно не изменяет показатель увлажнения почвы (разница 0,2 балла с контролем). После проведения сплошных рубок растения ЖНП идентифицируют также свежие почвенные условия, а показатель влажности ниже контроля на один балл.

Представители растительного сообщества живого напочвенного покрова контрольных пробных площадей относятся к полутеневым растениям, получаю-

щим более 10%, но менее 100% от полной освещенности. В аналогичных условиях находятся растения ЖНП после добровольно-выборочных рубок слабой интенсивности. Показатель освещенности ПП, зафиксированный на участках после сплошных рубок свидетельствует о том, что условия близки к полусветовым.

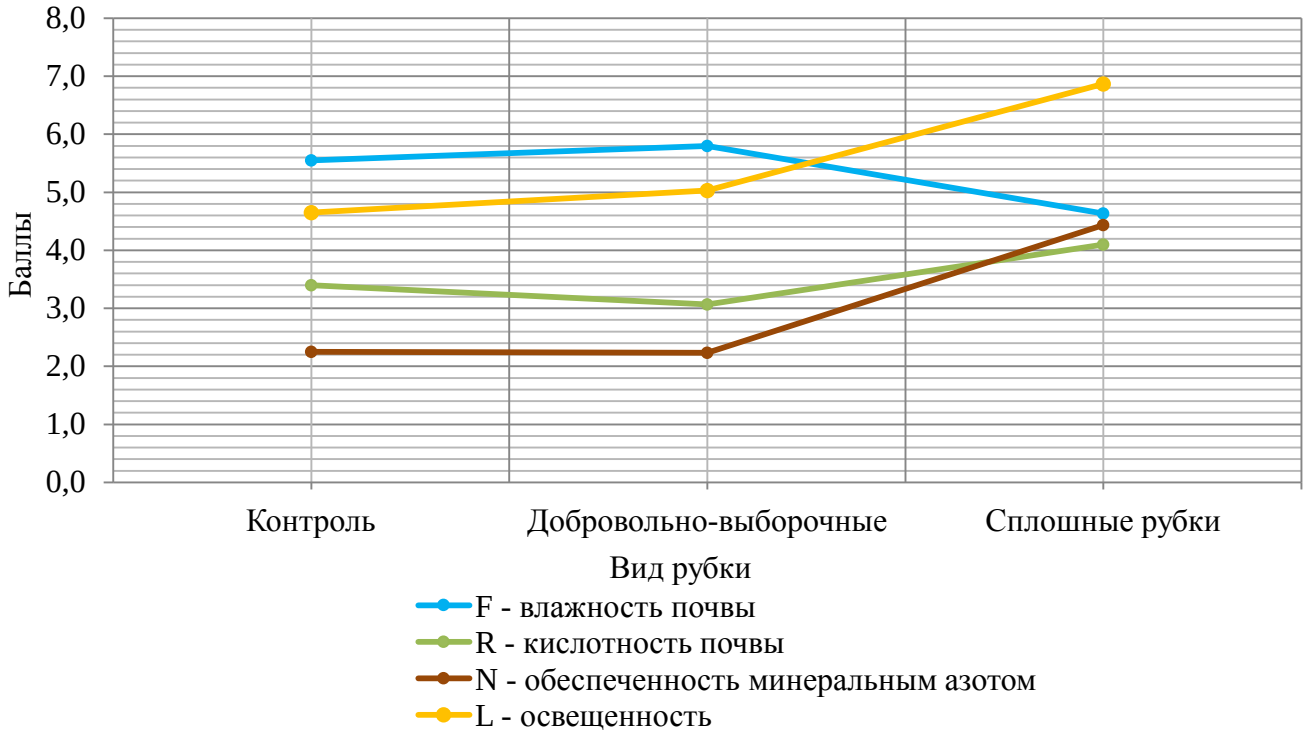


Рисунок 5.4 – Средние баллы основных экологических факторов на ПП

Показатель кислотности почвы, свидетельствует о том, что все исследованные сосняки произрастают на кислых почвах. При этом показатель на ПП варьирует в интервале от 3,0 до 4,7 (Таблица 5.4), указывая на ацидофильность представителей напочвенного покрова. Проведение добровольно-выборочных рубок интенсивностью 15…20% не создает условий для заметного изменения кислотности почвы. Поэтому средние показатели кислотности почвы фитоценозов контрольных ПП и фитоценозов после выборочных рубок отличаются на 0,3 балла. Максимальное из средних значений кислотности (4,1±0,55) получено для участков после сплошных рубок, что означает изменение кислотности почвы в сторону щелочной реакции по сравнению с контрольными ПП. Данное изменение можно связать с уменьшением участия кислого хвойного опада и восстановлением ЖНП растительными видами, способствующими подщелачиванию.

Показатели среднего бала обеспеченность почвы минеральным азотом на контроле и ПП после добровольно-выборочных рубок несущественно отличаются и указывают на бедность почв (Рисунок 5.4). Заметна разница (более чем в 1,5 раза) содержания азота, идентифицируемая растениями ЖНП, между контролем и после проведения сплошной рубки. Можно предположить, что с уменьшением количества хвойных деревьев в насаждении происходит обогащение почвы азотом.

В отличие от пожаров, при рубках леса образуются скопления порубочных остатков, которые создают особенные микроклиматические условия для животного населения почв. Кроме того, подстилка и верхние горизонты почвы испытывают давление лесозаготовительной техники, приводящее к их истощению, уплотнению и трансформации. Как результат, после рубок леса изменяются химизм и скорость реакций в почве, приводящие к нарушению биологической активности почв. Нами установлены изменения экологических коэффициентов в результате проведения различных рубок леса. Отмечено, что сплошные санитарные рубки и сплошные рубки спелых насаждений приводят к уменьшению влажности почвы. Наиболее заметное снижение показателя влажности (на 17,8%) вызвано сплошными санитарными рубками. После проведения сплошных санитарных рубок и сплошных рубок спелых насаждений отмечен рост обеспеченности почвы минеральным азотом. В результате сплошных санитарных рубок он достигает 91%. После сплошных санитарных рубок и сплошных рубок спелых насаждений установлены значения кислотности, самые близкие к щелочной реакции. Освещенность напочвенного яруса в результате добровольно-выборочных рубок интенсивностью 15…20% мало отличается от контроля, после сплошных рубок – увеличивается в 1,5 раза.

5.3 Влияние добровольно-выборочных и сплошных рубок леса на динамику почвенной мезофауны

Изменения лесных сообществ, происходящие в результате рубок леса, главным образом зависят от интенсивности лесохозяйственных мероприятий.

Нами исследованы сообщества почвенной мезофауны насаждений после различных рубок, проводимых в бесснежный период: на делянках добровольно-выборочных рубок интенсивностью 15…20% по запасу, а также сплошных санитарных рубок и сплошных рубок спелых насаждений. Для учета влияния изменения экологических условий (светового и теплового режимов) после выборочных рубок часть почвенных проб заложена вблизи пней, другая – для учета влияния нарушения подстилки, структуры напочвенного покрова и верхних горизонтов почвы – непосредственно вдоль колеи технологических коридоров после трелевки колесным трактором (МТЗ-82). Для проведения сравнительного анализа заложены контрольные пробные площади в частях выделов, не затронутых рубкой. Анализ полученных данных свидетельствуют о связи динамики мезофауны с видом и интенсивностью проводимых рубок леса.

На контрольных пробных площадях отмечена самая высокая общая плотность почвенных беспозвоночных – 61,4 шт./м^2 – с вариацией показателя от 39,1 до 85,7 шт./м^2. Видно, что как выборочные, так и сплошные рубки леса приводят к снижению общей плотности мезофауны и плотности её трофических классов (Рисунок 5.5). Сильное уплотнение верхних горизонтов почвы и нарушение её структуры, частичное исчезновение живого напочвенного покрова до появления минерализованного слоя почвы, стремительное изменение светового режима и влажности приводят к изменению естественных условий существования поверхностнообитающих представителей мезофауны и резкому сокращению общей плотности почвенной мезофауны.

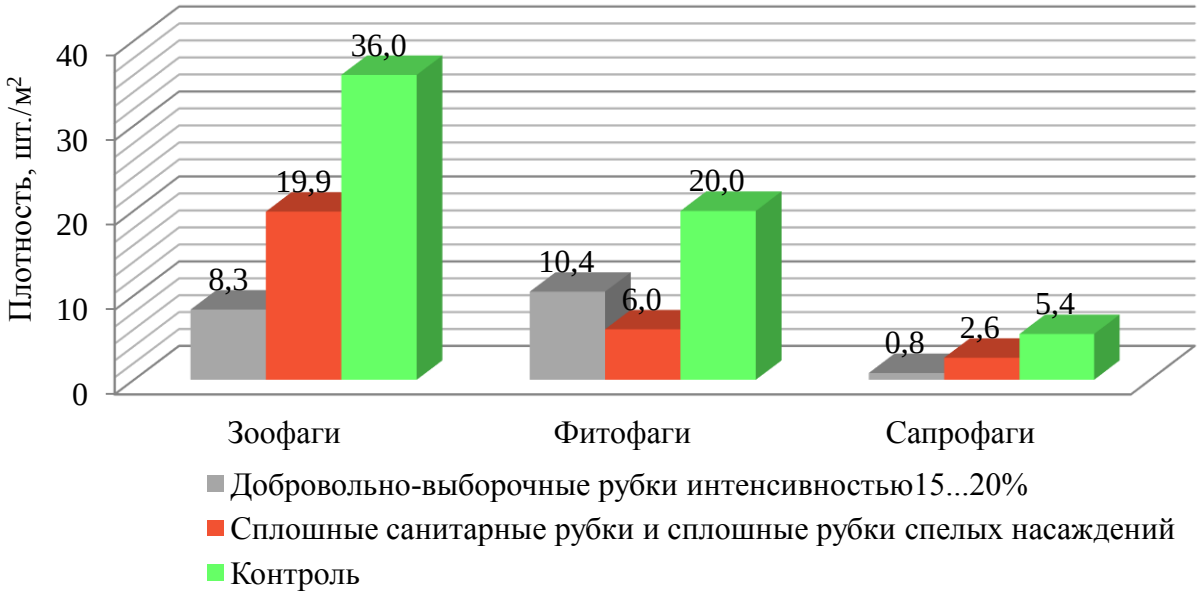


Рисунок 5.5 – Зависимость плотности трофических классов мезофауны от вида рубки леса

На ПП в местах проведения добровольно-выборочных рубок интенсивностью 15…20% плотность мезофауны составляет 19,6 шт./м^2, она представлена 10…12 систематическими группами. Вклад в общую плотность беспозвоночных, учтенных как вблизи пней, так и вдоль технологических коридоров, равнозначный. На долю щелкунов и долгоносиков приходится почти половина общей численности мезофауны (46,9%), что является следствием возрастающей роли фитофагов. По сравнению с контролем (зоофаги почти в два раза преобладают над фитофагами и в шесть раз над сапрофагами), в данных условиях в соотношении трофических классов наблюдается изменение. Оно заключается в значительном уменьшении роли зоофагов и низкой доле сапрофагов (0,8:1,0:0,1). Данное соотношение характерно в отдельности для сообществ мезофауны вблизи пней и на волоке. Среди зоофагов, учтенных вблизи пней, преобладают муравьи. Среди зоофагов, учтенных на волоке, преобладают пауки.

По данным В.А. Матвеева (2011), соотношение комплексов почвенного населения коренного типа леса и производных вырубок при смене пород существенно не меняется. Им отмечено, что в мезофауне сложных ельников и производных вырубок количественно преобладали три группы беспозвоночных: Insecta, Myriapoda и Lumbricidae, расположенные в порядке доминирования, что соответ-

ствует и полученным нами данным в сосняках. Сравнение видового состава почвенного населения леса и производных вырубок показывает, что, начиная с момента сведения леса, общность видового состава снижается и становится минимальной при сравнении коренного типа леса с вырубками 4…7 лет (28,1…32,1%) (Матвеев, 2010). С увеличением возраста лесосек (9…12 и 30 лет) коэффициент общности видового состава возрастает до 51,2…52,2%. Резко снижается плотность беспозвоночных (отмечено и нами) в результате смены растительного покрова на лесосеках 1…3 лет со 148,0 экз./м^2 до 66,4 экз./м^2 по сравнению с коренным типом леса (Матвеев, 2010). Исследования, проведенные в Китае, показали три уровня влияния лесозаготовки на разнообразие жуков. Во-первых, происходит разрушение местообитаний видов насекомых. Во-вторых, после лесозаготовок может возрасти видовое богатство (α-разнообразие) наземных жуков как типичных лесных, так и видов, приуроченных к открытым местообитаниям. Также на биогеографическом уровне интенсивная лесозаготовительная деятельность или же плантационное облесение ведут к гомогенизации лесных местообитаний и сокращению чувствительных лесных видов (Xiao-Dong, 2009).

В структуре сообществ мезофауны насаждений после проведения рубок леса (как добровольно-выборочных, так и сплошных) нами зафиксировано преобладание щелкунов (16,5…18% от общей плотности почвенной мезофауны).

На контрольных ПП, наряду с типичными обитателями почвы, доминируют пауки (14,9…16,5%). Субдоминантами в данных условиях являются губоногие многоножки (14,1…15,6%). Значительный вклад в численную структуру сапрофагов вносят представители малощетинковых червей и лесных тараканов (до 7,3 и 8,4% соответственно). Среди хищников близкие показатели имеют стафилины и жужелицы (до 7,8 и 8,2%). Редкими видами являются представители семейства совок и отряда двупарноногих многоножек (менее 1,0%).

Наиболее многочисленным является семейство щелкунов, представленное пятью видами (Приложение В). На пробных площадях после добровольно-выборочных рубок интенсивностью 15 и 20%, а также на контрольных ПП (не затронутых рубкой) доминирует щелкун широкий (Selatosomus latus F.) 2,2…5,8

шт./м^2. После проведения сплошной рубки спелого насаждения общая плотность щелкунов превышает показатель контрольных ПП, доминантом (9,4 шт./м^2) среди щелкунов становится щелкун окаймленный (Dolopius marginatus L.), являющийся на участках леса, пройденных добровольно-выборочными рубками, субдоминантным видом. Однако проведение сплошной санитарной рубки древостоя после устойчивого низового пожара создает условия для жизнедеятельности только щелкуна широкого. Личинки щелкуна каштанового (Anostirus castaneus L.) зафиксированы только на контроле с долей участия 6…9% от численности личинок щелкунов при плотности 0,3…1,3 шт./м^2. Щелкун кожеедоподобный (Cryptohypnus dermestoides Hbst.) отмечен только на участке после сплошной рубки. Также редко встречался щелкун коричневый (Sericus brunneus L.) с долей участия до 6% (от общего количества щелкунов) на двух ПП.

Таким образом, под влиянием изученных рубок леса наименьшие изменения в плотности заселения почв щелкунами претерпевает эврибионтный вид – щелкун широкий (Selatosomus latus F.). Только после сплошной рубки спелого насаждения его доминантное положение занимает щелкун окаймленный (Dolopius marginatus L.).

Многоножки – самые многочисленные среди зоофагов на контрольных ПП – в участках леса, не затронутых антропогенной деятельностью. Характерно преобладание костянок (Lithobiomorpha) над представителями отряда геофилов (Geophilomorpha) (79…88% и 12…21% соответственно).

После проведения добровольно-выборочных рубок интенсивностью 20% не отмечены представители отряда Geophilomorpha. Как добровольно-выборочные, так и сплошные рубки леса приводят к значительному снижению плотности зоофагов-многоножек (в 12…14 раз).

После изученных рубок леса среди личинок двукрылых также доминируют представители рода Lasiopogon Lw. (до 2,0 шт./м^2). Заметно участие представителей рода Culicoides Latr. (средняя плотность – 0,3 шт./м^2), семейств Therevidae и Tipulidae (средняя плотность для каждого семейства составляет 0,1 шт./м^2). Зави-

симости плотности и встречаемости куколок ктырей Philonicus albiceps от интенсивности рубок не прослеживается.

В распределении олигохет на участках, не затронутых рубками леса, зафиксировано небольшое преобладание (на 4%) земляных червей над подстилочными. Проведение добровольно-выборочных рубок интенсивностью 15…20% способствует увеличению доминирования земляных форм при общем снижении плотности червей в 4,6 раза. На пробных площадях после сплошных рубок представителей олигохет не зафиксировано.

В исследованных сосняках из семейства пластинчатоусых (Scarabaeidae) отмечены личинки восточного майского хруща (Melolontha hippocastani F.), а также хруща июньского (Amphimallon solstitialis L.). При плотности до 4,0 шт./м^2 на контрольных ПП доля хрущей в сообществе почвенной мезофауны мала. После проведения изученных рубок леса плотность хрущей составляет до 1,1 шт./м^2, т.е. уменьшается почти в 4 раза.

Из долгоносиков зафиксирован один вид – Brachyderes incanus L. Низкие показатели характерны для личинок долгоносика Brachyderes incanus L. на контрольных ПП, не затронутых рубками леса (1,3 шт./м^2). Проведение добровольно-выборочной рубки приводит к сокращению плотности до 0,6 шт./м^2 в сравнении с контрольными ПП, после сплошных рубок долгоносиков не зафиксировано.

Результаты наших исследований близки полученным в похожих условиях М.Т. Лавровым (1968), который отмечал, что при слабом изреживании древостоя (до 15%) и при интенсивных рубках (40…70%) снижается, по сравнению с контролем, количество дождевых червей и всех многоножек.

Однако наши результаты не подтверждают данных М.Т. Лаврова, что рубка интенсивностью 40…70% снижает по сравнению с контролем количество личинок двукрылых и при этом совершенно исчезают личинки майского хруща, а также, что количество личинок других хрущей равно контролю, а количество личинок щелкунов незначительно увеличивается.

Большую роль в регуляции численности почвенной мезофауны играют активные хищники жужелицы. В лесах Московской области их зарегистрировано до

50 видов. Доминирующая группа жизненных форм – зоофаги стратобионты подстилочные (обитатели подстилки и верхнего слоя почвы), они составляют 40…78 % по плотности от всех лесных жужелиц. Заметное значение имеют эпигеобионты ходячие (обитатели поверхности почвы) (Шарова,1981).

Нами зафиксировано 15 видов из семейства жужелиц. На контрольных ПП отмечено 12 видов, среди которых наибольшую долю (31%) при плотности 1,0 шт./м^2 имеет Calathus micropterus Duft. Наибольшее количество видов зафиксировано из рода Pterostichus, на долю которого приходится 35% от плотности жужелиц. В его составе представлены Pterostichus oblongopunctatus F., Pterostichus melanarius Ill., Pterostichus aethiops Pz., Pterostichus versicolor Sturm. и Pterostichus minor Gyll. В составе данного рода преобладает Pterostichus oblongopunctatus F. (40% от плотности рода). Плотность каждого из видов Platynus assimilis Payk. и Carabus nemoralis Mull. составляет десятую часть от всех жужелиц. Также при учете отмечены Calathus melanocephalus L., Harpalus affinis Sch., Amara municipalis Duft., Harpalus flavescens Pill., составляющие 13% плотности сообщества жужелиц.

После добровольно-выборочных рубок интенсивностью 15…20% учтено пять видов жужелиц, среди которых только здесь отмечен Loricera pilicornis F. Плотность жужелиц ниже, чем на контроле почти в шесть раз (0,6 шт./м^2). На долю Loricera pilicornis F. и Pterostichus melanarius Ill. приходится по 30% от плотности жужелиц.

Большее количество видов (восемь) характерно для мест проведения сплошных санитарных рубок и сплошных рубок спелых насаждений. Плотность семейства – 5,0 шт./м^2. Bembidion properans Steph. и Notiophilus palustris Duft. отмечены исключительно в данных биотопах. Bembidion properans Steph. – доминант в данных условиях, на долю которого приходится больше половины плотности жужелиц.

Доминант в контрольных условиях Calathus micropterus Duft., значительно преобладающий над остальными видами жужелиц, сменяется в результате проведения сплошных рубок на Bembidion properans Steph. После проведения добро-

вольно-выборочных рубок плотность жужелиц распределена относительно равномерно между несколькими видами-доминантами, в числе которых Loricera pilicornis F., Pterostichus melanarius Ill. и Carabus nemoralis Mull.

Нами зафиксированы имаго 13 видов стафилинов, а также личинки трех родов (один из которых не включает зафиксированные виды).

На контроле учтено 12 видов, наибольшую долю из которых имеет Xantholinus tricolor F. при плотности 1,5 шт./м^2. Субдоминантными видами в данных условиях выступают Oxypoda abdominalis Mann., Xantholinus linearis Ol. и Gabrius osseticus Kol. со встречаемостью около 15% каждый. Drusilla canaliculata Fabr. имеет 12% в общей плотности стафилинов, остальные – менее 5%.

После проведения добровольно-выборочных рубок интенсивностью 15…20% отмечены шесть видов стафилинов. Пять из них характерны для контроля, Stenus juno Payk. встречен только в данных условиях. Преобладают Drusilla canaliculata Fabr. и Gabrius osseticus Kol.

После сплошных санитарных рубок и сплошных рубок спелых насаждений отмечено восемь видов стафилинов, представленных и на контроле. Преобладают Gabrius osseticus Kol. (1,1 шт./м^2) и Xantholinus linearis Ol. (0,6 шт./м^2). Пять видов имеют равные доли в плотности по 9%.

Таким образом, при всех изученных условиях отмечены Gabrius osseticus Kol. и Drusilla canaliculata Fabr., являющиеся основой комплекса коротконадкрылых. Проведение как добровольно-выборочных, так и сплошных рубок способствует увеличению их доли в сообществе стафилинов. Xantholinus tricolor F., преобладающий на контрольных ПП, после проведения сплошных рубок отсутствует.

В результате изучения влияния рубок леса на элементы биогеоценоза (БГЦ) отмечено, что санитарное состояние древостоев после добровольно-выборочных рубок соответствует контролю, поэтому фоновые условия основного элемента леса минимизируют влияние на динамику мезофауны. После добровольно-выборочных, сплошных санитарных рубок и сплошных рубок спелых насаждений в составе ЖНП уменьшается число видов по сравнению с контролем. Общее проективное покрытие ЖНП уменьшается на 20…30% после изученных рубок леса.

Показатели экологических факторов, идентифицируемые растениями ЖНП, свидетельствуют о значительном увеличении освещенности, увеличении более чем в 1,5 раза содержания азота и об изменении кислотности почвы в сторону щелочной реакции в результате сплошных санитарных рубок и сплошных рубок спелых насаждений по сравнению с контролем. Отмечено, что данные рубки леса приводят к уменьшению влажности почвы. Основное влияние заключается в снижении общей плотности мезофауны, сокращении систематических групп. Основу комплекса эпигео- и геобионтов после добровольно-выборочных рубок слабой интенсивности составляют фитофаги, после сплошных – зоофаги. После изученных рубок леса значительно снижается плотность губоногих многоножек и первичных разрушителей опада – дождевых червей. Среди щелкунов преобладают Selatosomus latus F. и Dolopius marginatus L., среди двукрылых доминируют представители рода Lasiopogon Lw. Изученные рубки леса уменьшают плотность и количество видов активных хищников (жужелиц и стафилинов). Доминирующий на контроле вид жужелиц Calathus micropterus Duft., замещается группой видов в результате изученных рубок леса. Среди жужелиц основу комплекса коротконадкрылых составляют Gabrius osseticus Kol. и Drusilla canaliculata Fabr..

6 Влияние рекреации на состояние насаждения и динамику почвенной мезофауны

6.1 Влияние рекреации на санитарное состояние древостоев

При многокомпонентности лесных биогеоценозов в них всегда четко выделяется основной элемент, в качестве которого выступает древостой, определяющий состояние всех остальных элементов. Рекреационная деятельность человека, выраженная в круглогодичной прогулочной активности в доступных и привлекательных участках леса, непосредственно и косвенно влияет на древостой. Ослаблению деревьев способствуют вытаптывание ЖНП с уплотнением почвы, а также повреждение нижних частей стволов.

В летне-осенние периоды 2010…2011, 2013…2014 гг. в лесном фонде Учебно-Опытного лесничества Брянской области в сосновых насаждениях нами заложено 12 безразмерных пробных площадей в условиях I…III стадий рекреационной дигрессии (Рисунки 6.1 и 6.2).

Таблица 6.1 – Таксационные характеристики насаждений, в которых заложены пробные площади

№ ПП	Таксационные показатели						
	Стадия рекреационной дигрессии	Состав	Средний возраст, лет	Класс бонитета	Тип леса	ТЛУ	Относительная полнота
29	III	10С+Е+Б+С	60	I	Бр	$В_2$	0,8
30	II	10С+Б+Е	70	I	Бр	$В_2$	0,8
31	II	лк10С+С	80	I	Орл	$С_2$	0,8
32	I	лк 9С1Б+Е	87	I	Орл	$С_2$	0,8
33	I	10С+Б+Е	70	I	Бр	$А_2$	0,9
34	II	лк10С+Е+Б	68	I	Бр	$В_2$	0,8
35	III	лк10С	70	I	ЛщКс	$Д_2$	0,9
36	I	лк 10СедБ	62	I	Бр	$В_2$	0,8
37	III	лк10СедБ	58	I	БрЧер	$В_2$	0,7

Продолжение Таблицы 6.1

№ ПП	Таксационные показатели						
	Стадия рекреационной дигрессии	Состав	Средний возраст, лет	Класс бонитета	Тип леса	ТЛУ	Относительная полнота
38	I	9С1Б+Е	70	1	Бр	$В_2$	0,8
39	II	6С3С1Б+Е	60	1	Бр	$В_2$	0,7
40	III	8С1Е1Б+Д	70	1	Бр	$В_2$	0,8

Данные получены в условиях однообразия экотопов по составу древостоев, возрасту, полнотам. Тип леса на восьми пробных площадях – брусничный, тип лесорастительных условий – свежий бор. Доля участия сосны в 58…87-летних насаждениях – 9…10 единиц.

Рисунок 6.1 – Условия II стадии рекреационной дигрессии

Рисунок 6.2 – Условия III стадии рекреационной дигрессии

Таблица 6.2 – Состояние древостоев в связи со стадией рекреационной дигрессии

№ ПП	Стадия рекреационной дигрессии	СКС	Среднее значение СКС по стадии дигрессии
32	I	1,45	1,55±0,039
33	I	1,62	
36	I	1,60	
38	I	1,55	
30	II	1,22	1,55±0,203
31	II	1,83	
34	II	1,19	
39	II	1,97	
29	III	1,36	2,01±0,223
35	III	2,33	
37	III	2,28	
40	III	2,05	

При учете состояния сосновых насаждений на 12 ПП были получены показатели состояния 1291 дерева главной породы.

Расчеты показали, что исследуемые древостои на ПП при I стадии рекреационной дигрессии имеют показатели 1,45…1,62 и на ПП при II стадии рекреационной дигрессии – 1,19…1,97, то есть относятся к категориям здоровых и ослабленных. Средние показатели СКС для каждой из данных стадий дигрессии соответствуют нижнему пределу ослабленных древостоев. Сосновые древостои при III стадии рекреационной дигрессии ослаблены в большей степени со средним показателем СКС, равным 2,01±0,22.

6.2 Влияние рекреации на живой напочвенный покров

Пребывание человека в лесу неизбежно сопровождается изменением флористического состава нижних ярусов растительности, вызванным уплотнением почвы и механическими повреждениями надземных органов. Для комплексного

изучения влияния рекреации на почвенную мезофауну нами произведен учет ЖНП на ПП с разной степенью антропогенного ослабления.

На ПП в составе живого напочвенного покрова был учтен 31 вид растений (Таблица 6.3). Из них на ПП в условиях I стадии дигрессии отмечены 15 видов, в условиях II и III – 24 и 23 вида соответственно. Число видов на отдельных ПП изменялось от 8 до 17 (Таблица 6.3). Общее проективное покрытие на ПП ЖНП составило 80…100%.

При слабой стадии рекреационной дигрессии доминантными видами являются эдификаторы данных лесорастительных условий: плевроциум Шребера (Pleurozium schreberi Brid.), брусника обыкновенная (Vacciinium vitis-idaea L.). Общая доля мхов в проективном покрытии не менее 60%. Общее проективное покрытие – 95…100%. Изменение видового состава ЖНП при усилении рекреационной нагрузки в основном происходит в местах появления троп и образования многократно уплотненных участков за счет видов, более приспособленных к рекреации. В условиях II стадии рекреационной дигрессии не менее чем на 10% снижается участие зеленых мхов в проективном покрытии, более чем в 1,5 раза увеличивается количество представленных видов напочвенного покрова, в том числе при участии опушечных и полевых придорожных видов. Проективное покрытие – 90%. Общими для ПП при I и II стадиях дигрессии являются 71,8% видов. Для участков леса, характеризующихся III стадией рекреационной дигрессии, отмечено дальнейшее снижение доли мхов в проективном покрытии, и общего проективного покрытия до 80%. Увеличивается присутствие вейника наземного (Calamagrostis epigeios L.) и овсяницы овечьей (Festuca ovina L.). Количество видов мало отличается от предыдущей стадии. Общими для ПП при III и I стадиях дигрессии являются 57,9% видов, для ПП при III и II стадиях – 68,1% видов.

Таблица 6.3 – Степень количественного участия (проективного покрытия) растительных видов ЖНП на пробных площадях в баллах по шкале Браун-Бланке

Вид растений	Степень антропогенного воздействия											
	I стадия рекреационной дигрессии				II стадия рекреационной дигрессии				III стадия рекреационной дигрессии			
№ пробной площади	32	33	36	38	30	31	34	39	29	35	37	40
Achillea millefolium L.					r							
Antennaria dioica L.					+		r		+		+	
Apera spica-venti L.										+		
Asperula odorata L.												r
Calamagrostis epigeios L.				2		1		1	2	1	1	1
Calluna vulgaris L.		1						1				
Chamerion angustifolium L.										r		r
Convallaria majalis L.	+	+	2	1	r	+		1				+
Dicranum scoparium Hedw.	1							+			r	
Erigeron canadensis L.								1		+		
Festuca ovina L.		r					1	+	2	1	1	1
Fragaria vesca L.				1	1		r	1	2	1	1	
Galium mollugo L.							+					r
Hieracium umbellatum L.				r		+		r	r	r	r	
Hypericum perforatum L.					+							
Luzula pilosa L.								r			r	
Melampyrum sylvaticum L.	+	+	+	+				1				
Molinia caerulea L.							+	+				
Oxalis acetosella L.										+		
Pleurozium schreberi Brid.	4	4	3	4	3	3	3	3	1	2	3	3
Polygonatum officinalis L.	+	+						+			+	r
Polytrichum juniperum Hedw.		1	2	r		2	2	r	r	+		+
Pteridium aquilinum L.		r	1	1								
Rumex acetosa L.					+		+			+		
Solidago virgaurea L.				+	+	+	+	+	+		+	+
Taraxacum officinale Wigg.					+							
Trifolium repens L.					1	+						
Urtica dioica L.										+		
Vacciinium vitis-idaea L.	2	2	2	2	1	2	2	2	1		1	1
Vaccinium myrtillus L.	2	1	2	2		1		1			+	+
Veronica chamaedrys L.	+	r			+		+				+	
Veronica spicata L.									+			+
Viola canina L.							r					r
Количество видов, шт.	8	11	7	11	12	9	12	17	10	12	13	14
Общее проективное покрытие, %	95	95	95	100	90	90	90	90	80	80	80	80

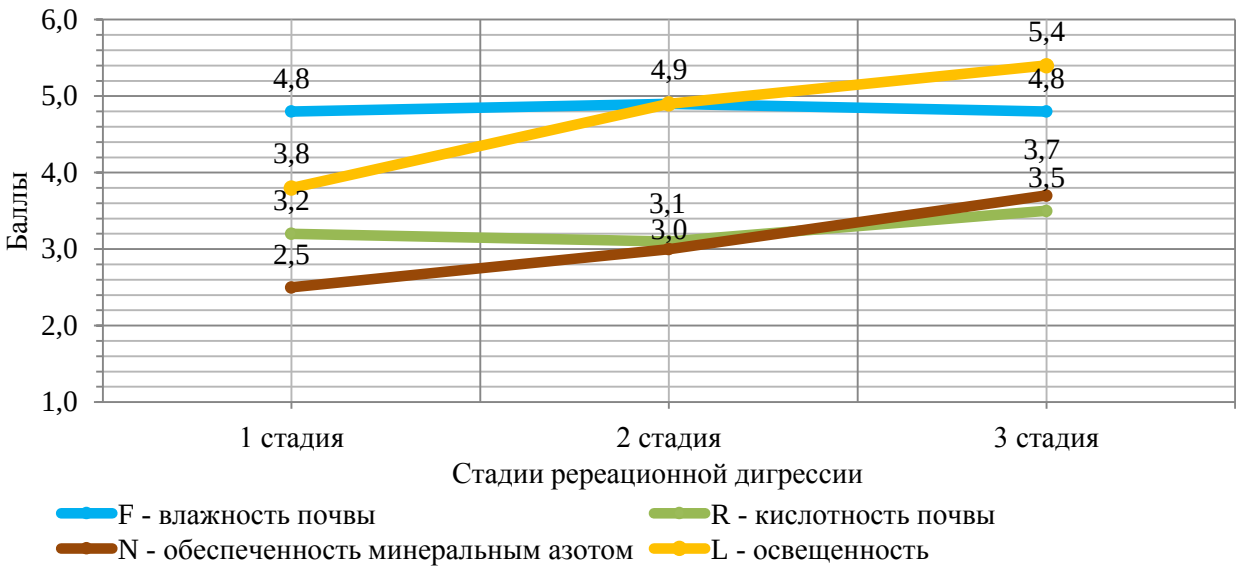


Рисунок 6.3 – Средние баллы основных экологических факторов на ПП

Таблица 6.4 – Выраженность экологических факторов на пробных площадях

Средний балл выраженности фактора				
№ ПП	L –освещенность	F – влажность почвы	R – кислотность почвы	N – обеспеченность мин. азотом
I стадия рекреационной дигрессии				
38	3,6	4,9	3,1	3,2
32	3,8	4,9	3,7	2,3
33	3,8	5,1	3,3	2,2
36	3,8	4,4	2,5	2,3
Среднее значение с ошибкой	3,8±0,05	4,8±0,15	3,2±0,25	2,5±0,23
II стадия рекреационной дигрессии				
30	5,1	5,2	3,9	3,4
39	4,7	4,6	2,3	3,1
31	4,9	5,0	3,2	3,1
34	4,9	4,9	3,1	2,3
Среднее значение с ошибкой	4,9±0,08	4,9±0,13	3,1±0,33	3,0±0,24
III стадия рекреационной дигрессии				
29	6,2	4,2	3,3	4,2
40	4,6	5,1	3,3	3,0
35	5,2	5,3	3,3	4,4
37	5,4	4,6	4,0	3,2
Среднее значение с ошибкой	5,4±0,33	4,8±0,25	3,5±0,18	3,7±0,35

В соответствии с градацией экологических шкал Г. Элленберга, все пробные площади располагаются на свежих почвах. Наличие рекреационной нагрузки

и её возрастание существенно не влияют на условия увлажнения почвы, изменяя балл увлажнения в пределах 0,1.

Представители растительного сообщества ЖНП пробных площадей в условиях I…III стадий рекреационной дигрессии относятся в основном к полутеневым растениям, получающим более 10%, но менее 100% от полной освещенности. С увеличением рекреационной нагрузки прослеживается рост среднего балла освещенности. Вариация между средними показателями по стадиям дигрессии достигает 1,6, а между показателями освещенности всех ПП – 2,6 (Таблица 6.4). Данную тенденцию можно связать с изменениями в пологе основного древесного яруса в результате ослабления деревьев при рекреации. Разреживание крон ослабевающих деревьев влечет за собой изменение светового режима ЖНП.

Показатели кислотности почвы свидетельствуют о том, что все исследованные сосняки произрастают на кислых почвах. При изменении стадий рекреационной дигрессии отмечено незначительное варьирование среднего балла кислотности (±0,3), разница между показателями кислотности всех ПП составляет 1,7 (Таблица 6.4). Таким образом, рекреационные нагрузки I…III стадий дигрессии не создает условий для значительного изменения кислотности почвы, однако наблюдается тенденция некоторого снижения.

Показатель обеспеченности минеральным азотом почвы при I стадии рекреационной дигрессии (2,5) указывает на обедненность почв минеральным азотом (Рисунок 6.3). При изменении рекреационной нагрузки до II и III стадии дигрессии показатель увеличивается на 0,5 и 1,2 соответственно. Различие в 1,5 раза между I и III стадиями в содержании азота частично объясняем сменой видового состава ЖНП с увеличением доли азотфиксирующих представителей (овсяница овечья, клевер ползучий).

Таким образом, в результате рекреационной деятельности происходит значительное увеличение видов ЖНП, постепенное снижение его общего проективного покрытия. Также кроме физических свойств, изменяется химизм почв, идентифицируемый растениями ЖНП. Нами установлены изменения экологических

коэффициентов в результате рекреации. Отмечено, что при I…III стадиях рекреационной дигрессии показатель влажности почвы практически не меняет своего значения. Переход от условий I стадии дигрессии к III-ей сопровождается ростом обеспеченности почвы минеральным азотом в 1,5 раза. Кислая реакция почв отмечена на всех ПП с несущественной вариацией на различных стадиях дигрессии. При увеличении рекреационной нагрузки нами зафиксировано увеличение (относительно I стадии) освещенности, тем большее, чем выше рекреационные нагрузки.

6.3 Влияние рекреации на динамику почвенной мезофауны

На лесные экосистемы и их функциональную организацию оказывает влияние все возрастающая рекреационная нагрузка, особенно в зеленых зонах промышленных центров. Пребывая в лесу в процессе рекреационной деятельности, человек изменяет природную среду. Даже не причиняя видимого и явно ощутимого вреда биогеоценозу (накопление отходов, сбор растений, нарушение целостности покровов древесных побегов), человек влияет на состояние насаждений, увеличивая тропиночную сеть. По мере увеличения рекреационной нагрузки в лесу происходит вытаптывание живого напочвенного покрова, отаптывание корней деревьев, повреждение и уничтожение подроста и подлеска, уплотнение лесной подстилки и другие негативные процессы, начинается рекреационная дигрессия. В ходе её нарушается устойчивость и целостность лесных насаждений, разрушаются экологические связи.

Исследования М.Т. Лаврова в Брянском лесном массиве показали, что воздействие рекреации сопровождается значительными количественными и качественными изменениями почвенно-зоологических комплексов лесных биогеоценозов. Рекреация воздействует количественно – разрушает почвенно-зоологические комплексы, снижая общее число систематических групп мезофау-

ны, нарушает соотношение трофических цепей и качественно – нарушает филогенетически сложившиеся взаимосвязи и взаимозависимости фитофагов, сапрофагов и зоофагов, нарушая их саморегуляцию и процессы общего метаболизма (Лавров, 1968; 1981).

На 12 пробных площадях нами исследованы сообщества почвенной мезофауны насаждений в условиях различных стадий рекреационной дигрессии от слабой до предельно допустимой. Анализ полученных данных свидетельствуют о связи динамики мезофауны со степенью рекреационной нагрузки.

Мезофауна при I стадии рекреационной дигрессии имеет общую плотность 63,1 шт./м^2 (с вариацией показателя от 39,2 до 92,5 шт./м^2), в условиях II стадии рекреационной дигрессии общая плотность составляет 59,2 шт./м^2 (с вариацией показателя от 40,9 до 84,0 шт./м^2) (Таблица 6.5). Повреждение деревьев, уменьшение мощности подстилки, нарушение ЖНП на III стадии дигрессии приводит к сокращению общей плотности до 39,9 шт./м^2 (с вариацией показателя от 27,1 до 63,0 шт./м^2).

Наши исследования подтверждают направление изменения общей плотности мезофауны в результате рекреации, отмеченное ранее М.Т. Лавровым (1984). Однако существуют значительные количественные отличия. Общая плотность мезофауны при I и II стадиях дигрессии (155,8 шт./м^2 и 135,7 шт./м^2) (Рысин и др., 2004) превышает более чем в два раза полученные нами показатели. Наибольшее соответствие показателей отмечено в условиях III стадии (33,0 шт./м^2).

На ПП в условиях первой стадии рекреационной дигрессии (состояние насаждений близко к ненарушенным лесным условиям) отмечена самая высокая плотность для всех трофических классов (Рисунок 6.4). Усиление рекреационной дигрессии до следующих стадий (II и III) приводит к сокращению общей плотности мезофауны.

Ранее также отмечалось, что самая высокая плотность почвенных беспозвоночных животных наблюдается в контрольных местообитаниях, а в лесопарковой зоне плотность снижается по мере увеличения степени трансформации (Вершинина, 2011).

Таблица 6.5 – Плотность поселения почвенной мезофауны на пробных площадях

№ ПП	Стадия рекреационной дигрессии	Плотность, шт./м^2				Соотношение З:Ф:С	Количество групп мезофауны, шт.
		зоофагов (З)	фитофагов (Ф)	сапрофагов (С)	общая		
32	1	22,4	10,4	6,40	39,2	2,2:1,0:0,6	10
33	1	31,2	16,8	6,40	54,4	1,9:1,0:0,4	8
36	1	72,0	12,5	8,00	92,5	5,8:1,0:0,6	15
38	1	35,4	20,6	10,16	66,2	1,7:1,0:0,5	15
Среднее значение с ошибкой		40,25± 10,93	15,1± 2,28	7,74± 0,89	63,06± 11,26	2,7:1,0:0,5	–
30	2	20,3	12,0	8,62	40,9	1,7:1,0:0,7	13
31	2	58,4	18,4	7,20	84,0	3,2:1,0:0,4	13
34	2	57,6	8,0	4,00	69,6	7,2:1,0:0,5	10
39	2	24,9	12,3	4,92	42,2	2,0:1,0:0,4	14
Среднее значение с ошибкой		40,31± 10,26	12,68± 2,15	6,19± 1,05	59,17± 16,99	3,2:1,0:0,5	–
29	3	18,2	6,8	2,2	27,1	2,7:1,0:0,3	11
35	3	27,2	8,8	3,2	39,2	3,1:1,0:0,4	10
37	3	48,0	10,5	4,5	63,0	4,6:1,0:0,4	13
40	3	23,1	5,9	1,5	30,5	3,9:1,0:0,3	12
Среднее значение с ошибкой		29,11± 6,56	7,98± 1,04	2,85± 0,65	39,93± 8,10	3,6:1,0:0,4	–

Наряду с сокращением плотности поселения происходит постепенное уменьшение общего количества систематических групп почвенной мезофауны. При I стадии регрессии зафиксировано до 15 групп мезофауны, при II стадии – до 14. В условиях III стадии рекреационной дигрессии отмечено до 13 групп (Таблица 6.5), что подтверждает также данные, полученные М.Т. Лавровым (1984), об уменьшении количества систематических групп с 18 при I стадии до 8 при III-й (Рысин и др., 2004).

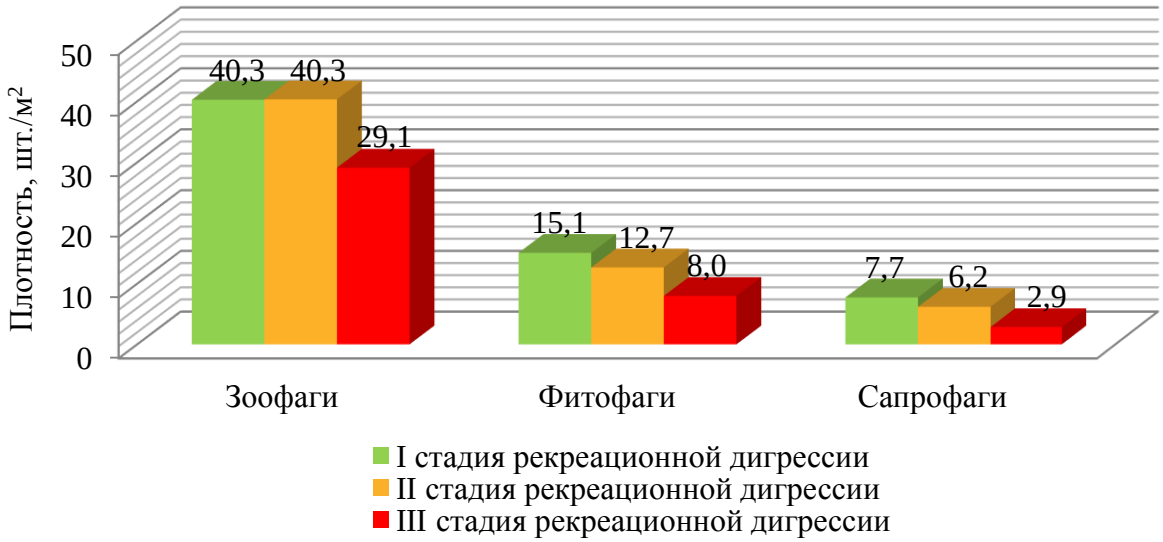


Рисунок 6.4 – Зависимость плотности трофических классов мезофауны от интенсивности рекреационной нагрузки

Разница плотности фитофагов (2,4 шт./м^2) при переходе от I ко II стадии дигрессии меньше почти в два раза, чем разница в их плотности при переходе от II к III стадии дигрессии (4,7 шт./м^2). Данная особенность характерна также для группы сапрофагов. Плотность зоофагов остается постоянной при I и II стадиях рекреационной дигрессии и снижается на 28% в условиях III стадии.

Исследования сосняков Белорусского Полесья также показали, что в сосняках мшистых и лишайниковых, подвергающихся высокой рекреационной нагрузке с нарушением напочвенного покрова, наблюдается деградация типичных комплексов почвенной мезофауны. В сосняках мшистых численность почвенной мезофауны уменьшается с 250±30 до 30±3 экз./м^2, в лишайниковых – со 170±15 до 20±3 экз./м^2. При нарушении растительного покрова сначала наблюдается уменьшение численности, а затем исчезновение групп животных, обитающих в подстилке и поверхностных слоях почвы (Веремеев, Синенок, 2001).

Различия в функционально-трофической структуре мезофауны на первой (2,7:1,0:0,5) и второй (3,2:1,0:0,5) стадиях дигрессии прослеживаются в увеличении преобладания зоофагов над фитофагами при неизменно малой доле сапрофагов. На третьей стадии дигрессии происходит незначительное дальнейшее увеличение преобладания зоофагов и снижение участия сапрофагов до соотношения 3,6:1,0:0,4 (Таблица 6.2).

Сапрофаги, как основной агент деструкции опада, значительно снижают плотность при росте рекреационных нагрузок, что может привести к ухудшению почвенных условий питания древесно-кустарниквовй растительности, снижению их продуктивности и устойчивости.

Трофическая структура почвенной мезофауны тесно связана с изменениями в результате антропогенных воздействий. Поэтому индикатором интенсивности и направленности воздействий могут выступать отдельные систематические группы и соотношение трофических классов мезофауны.

Различия отмечены и в распределении систематических (таксономических) групп внутри сообщества. При первой стадии рекреационной дигрессии доминирующими среди зоофагов являются хилоподы (19,1% всех беспозвоночных по численности), заметна роль кивсяков (5,9%), преобладающих среди сапрофагов. Среди фитофагов-корнегрызов преобладают личинки щелкунов (17,3%). При усилении рекреационных нагрузок до II стадии дигрессии на первый план выходят муравьи и пауки с долями 23,3% и 15,7% в сообществе соответственно, незначительно возрастает доля личинок двукрылых и червей. Среди сапрофагов кивсяки, наряду с тараканами, имеют наибольшие доли участия. Так же, как и для первой стадии, характерно преобладание щелкунов среди фитофагов. На третьей стадии дигрессии наибольшие доли участия у группы муравьев и пауков (19,9% и 15,5%). В сравнении с условиями I стадии дигрессии более чем троекратно увеличивается доля личинок двукрылых (13,2%).

Группа многоножек, чувствительная к различным воздействиям, – одна из самых многочисленных среди зоофагов, в сумме с муравьями и пауками представляет почти половину плотности всего сообщества мезофауны на контрольных пробных площадях. Усиление рекреационных нагрузок приводит к значительному снижению плотности многоножек: с 12,05 шт./м^2 при I стадии до 4,76 шт./м^2 при III стадии вместе с уменьшением встречаемости на 26,9%. Для структуры губоногих многоножек при I стадии дигрессии характерно небольшое преобладание представителей отряда геофилов (Geophilomorpha) над костянками (Lithobiomorpha). По мере увеличения рекреационного воздействия данное соот-

ношение смещается в сторону большего преобладания геофилов над костянками до 71% и 29%.

Личинки щелкунов являются наиболее многочисленными представителями фитофагов при исследованных рекреационных нагрузках. Увеличение стадии рекреационной дигрессии сопровождается снижением как плотности данной группы мезофауны (с 10,9 шт./м^2 до 3,3 шт./м^2), так и встречаемости (с 78,0% до 44,9%).

Чаще всего реакция организмов выражается в изменении не группового, а видового состава беспозвоночных. Наблюдения за фауной жесткокрылых в широколиственных лесах Предкамья показали, что от слабонарушенных к среднена-рушенным насаждениям возрастает видовое разнообразие этих насекомых. Но обычно в результате рекреации происходит обеднение фауны. Такая реакция отмечена в байрачных лесах Ставропольской возвышенности. Аналогичная тенденция выявлена на примере жужелиц в Вологодской области (Рысин и др., 2004).

Семейство щелкунов представлено шестью видами (приложение В). На пробных площадях в условиях I стадии рекреационной дигрессии доминируют щелкун широкий (Selatosomus latus F.) со средней плотностью 6,2 шт./м^2 и щелкун окаймленный (Dolopius marginatus L.) с плотностью 4,2 шт./м^2. В данных условиях также представлены щелкун каштановый (Anostirus castaneus L.) и щелкун коричневый (Sericus brunneus L.), на долю которых приходится 4% от плотности семейства. Еще два вида (щелкун арычный (Aeoloides rosii Germ.) и щелкун крестоносный (Selatosomus cruciatus L.)) появляются при II стадии дигрессии. На их долю и долю щелкуна каштанового приходится по 10% от плотности всего семейства. Виды-доминанты сохраняются, но преобладает щелкун окаймленный с плотностью 3,4 шт./м^2. На III стадии дигрессии представлены те же четыре вида, что и на I-ой, при явном доминировании щелкуна каштанового с плотностью 1,5 шт./м^2. Субдоминантными являются щелкун широкий и щелкун окаймленный с плотностью 1,0 шт./м^2 и 0,6 шт./м^2 соответственно.

Таким образом, при воздействии рекреации в семействе щелкунов преобладает над другими один из трех видов (щелкун широкий, щелкун окаймленный,

щелкун каштановый) в зависимости от стадий дигрессии, также изменяется количество видов личинок щелкунов.

Прослеживается тенденция увеличения плотности двукрылых с ростом рекреационной дигрессии. Ранее выявлено, что в сосняках мшистых со средне нарушенным в ходе рекреации напочвенным покровом наблюдается более чем пятикратное увеличение численности (по мере нарушения растительного покрова) типично почвенных хищных личинок ктырей (Веремеев, Синенок, 2001). На урбанизированных территориях незначительно возрастает доля и плотность личинок Diptera (Середюк, 2010).

По нашим данным, плотность двукрылых на I стадии в 2,3 раза меньше, чем при III. Среди личинок двукрылых (Diptera) значительно преобладают представители рода Lasiopogon Lw. из семейства ктырей. На ПП при I стадии дигрессии их доля среди личинок двукрылых составляла 83%, что соответствует плотности 1,9 шт./м^2. На пробных площадях в условиях III стадии также наблюдалось их численное превосходство (87%) с плотностью 4,6 шт./м^2 над остальными личинками Diptera. Учтены также куколки ктырей Philonicus albiceps Mg.: при I стадии они отсутствуют, при II их плотность составляет 9% от плотности поселения двукрылых, при III стадии – возрастает до 17%. Отмечены представители семейств Therevidae, Tipulidae и Bibionidae.

Изменения в видовом составе класса олигохет, представленного земляными червями (Lumbricus terrestris L.) и подстилочными червями (Dendrobaena octaedra Sav., Lumbricus castaneus Sav.), тесно связаны с интенсивностью и продолжительностью процессов рекреации. Для всех исследованных условий характерно кратное преобладание земляных форм червей над подстилочными. Участки леса при I стадии рекреационной дигрессии характеризуются максимальной долей (от численности всех червей) подстилочных форм (18%). С ростом рекреационных нагрузок и при переходе к следующим стадиям дигрессии их доля снижается по мере уничтожения лесной подстилки (на II стадии их доля 17%, на III – 13%), встречаемость уменьшается в четыре раза. В этих условиях общая плотность класса олигохет увеличивается. При I стадии рекреационной дигрессии она со-

ставляет 1,5 шт./м^2, при II – увеличивается до 2,2 шт./м^2, а при III стадии – равна 2,4 шт./м^2.

Данный тренд отмечался и ранее – по мере увеличения степени урбанистической нагрузки (от контроля до сильно трансформированных лесопарков) увеличивается плотность и доля люмбрицид (Вершинина, 2011).

В исследованных рекреационных сосняках из семейства пластинчатоусых (Scarabaeidae) отмечены личинки восточного майского хруща (Melolontha hippocastani F.), а также хруща июньского (Amphimallon solstitialis L.). Доля пластинчатоусых в комплексе почвенной мезофауны на участках леса при I стадии рекреационной дигрессии незначительна (3,3%) и соответствует плотности 2,08 шт./м^2 с встречаемостью 15,7%. Данные показатели при III стадии рекреационной дигрессии ниже: доля в комплексе равна 1,7%, плотность – 0,7 шт./м^2, а встречаемость 9,6%. В видовой структуре данного семейства при всех исследованных условиях преобладают от 2,3 до 13,3 раз личинки хруща июньского.

Среди долгоносиков зафиксированы Brachyderes incanus L. и личинки рода Sitona Germ. Данная группа почвенной мезофауны является одной из самых малочисленных в исследованных биогеоценозах. Плотность личинок варьирует от 0,7 до 1,1 шт./м^2 и тем меньше, чем слабее рекреационное воздействие. Встречаемость представителей данного семейства составляет 10,1…20,9% и также подчиняется описанной связи.

Изучение рекреационного воздействия на лесные биоценозы является объектом пристального внимания и объясняется возрастающим притоком отдыхающих в лесные массивы. При изучении влияния рекреации на состав и структуру населения жужелиц выявлено, рекреационное воздействие на сообщество жужелиц сосняка черничного выразилось в снижении динамической плотности, изменении структуры доминирования, увеличении видового разнообразия за счет видов, свойственных открытым биотопам (Александрович, 2010).

Нами зафиксировано 12 видов жужелиц. При первых двух стадиях дигрессии их количество одинаково – девять, при III – десять. Наибольшую долю (30%) численности внутри семейства при плотности 0,6 шт./м^2 в условиях I стадии имеет

Calathus melanocephalus L. Доля рода Pterostichus составляет 40% от плотности жужелиц, половина из которых приходится на субдоминантный Pterostichus melanarius Ill. и 15% – на Pterostichus oblongopunctatus F. Плотность каждого из пяти видов (Calathus micropterus Duft., Pterostichus aethiops Pz., Harpalus flavescens Pill., Loricera pilicornis F., Platynus assimilis Pk.) составляет 5% от всех жужелиц. В два раза больше учтено представителей лесного вида Carabus nemoralis Mul.

В условиях II стадии дигрессии роль Pterostichus oblongopunctatus F. и Pterostichus aethiops Pz. возрастает до преобладающих видов с долей участия каждого в семействе жужелиц по 20%. Немного меньше доля Calathus melanocephalus L. (18%), разделяющего доминирующую позицию. Субдоминанты в данных условиях Harpalus flavescens Pill., Loricera pilicornis F. с долей 13% каждый. Общая плотность семейства достигает 2,7 шт./м^2. Наименее представлены Calathus micropterus Duft., Pterostichus melanarius Ill., Harpalus affinis Schrk. и Bembidion properans Steph., имеющие долю по 4…7%.

Наибольшая плотность и встречаемость жужелиц (3,4 шт./м^2 и 55,5% соответственно) достигается на III стадии дигрессии. Среди представленных десяти видов на Calathus micropterus Duft. и Pterostichus oblongopunctatus F. приходится по 30% количества отмеченных жужелиц. Platynus assimilis Pk., Bembidion properans Steph. и присутствующий только в данных условиях Pterostichus minor Gyll. составляют по 10% плотности жужелиц. На совместную долю Pterostichus aethiops Pz., Calathus melanocephalus L., Pterostichus melanarius Ill., Loricera pilicornis F. и Carabus nemoralis Mul. приходится десятая часть жужелиц.

Таким образом, с усилением рекреации сначала происходит перераспределение долей участия каждого вида жужелиц с уменьшением роли вида-доминанта (Calathus melanocephalus L.) и появлением нескольких преобладающих видов. Дальнейшее усиление рекреационного прессинга приводит к замещению предшествующих доминантов новыми, господствующими в сменившихся условиях (Calathus micropterus Duft. и Pterostichus oblongopunctatus F.). При этом видовой состав при I и III стадиях дигрессии отличается мало.

Для некоторых видов активных хищников (жужелиц и стафилинов) отмечена квазиадаптивная реакция, которая выражается в том, что они присутствуют только в биоценозах со средней степенью воздействия антропогенных факторов (Рысин и др., 2004). К ним относятся Harpalus affinis Schrk., Othius punctulatus Gz., Acidota crenata F. и род Ochthephilum sp.. Также отмечена закономерность, проявляющаяся в разнонаправленной динамике плотности жужелиц и стафилинов, а также встречаемости в связи с изменениями уровня рекреации. При увеличении рекреационной дигрессии плотность жужелиц по мере роста стадий рекреационной дигрессии увеличивается с 2,1 до 3,4 шт./м^2 (в 1,6 раза), увеличивается их встречаемость. Стафилины в данных условиях снижают общую плотность с 3,1 шт./м^2 в 2,1 раза и уменьшают встречаемость. Различные по направленности, но близкие по количественным характеристикам, тенденции между сообществом жужелиц и стафилинов дают возможность предположить, что занимающие одну экологическую нишу и объединенные общностью трофической специализации, данные группы почвенной мезофауны частично замещаются и дополняются друг другом в зависимости от условий рекреации.

Нами зафиксированы имаго 11 видов стафилинов, а также личинки трех родов (один из которых не включает зафиксированные виды).

При I стадии дигрессии среди семи видов отмечено преобладание Xantholinus linearis Ol. и Gabrius osseticus Kol., на которых приходится по 26% от общей плотности стафилинов. Субдоминантным в данных условиях выступает Xantholinus tricolor F. Также отмечены Drusilla canaliculata Fabr., Bolitobius castaneus Steph., Stenus clavicornis Scop., Philonthus punctus Grav., составляющие треть численности учтенных стафилинов.

В условиях II стадии дигрессии, учтено девять видов, из них три – встречены только в данных условиях (Othius punctulatus Gz., Acidota crenata F. и вид личинок из рода Ochthephilum sp.). Представители обоих видов из рода Xantholinus сохраняют доли в сообществе практически неизменными в сравнении с I стадией. Вместе с Xantholinus tricolor F. субдоминантным видом выступает Acidota crenata F.

При III стадии дигрессии представлены шесть видов, четыре из которых имеют по 10% в общей плотности стафилинов. Преобладает в данных условиях Gabrius osseticus Kol. (40%), в два раза меньше плотность Xantholinus tricolor F.

Наибольшее индикационное значение имеют широко распространенные виды, для которых фактор рекреационного воздействия оказывается непосредственно влияющим и лимитирующим. В данных условиях ими являются Xantholinus tricolor F., Xantholinus linearis Ol. и Gabrius osseticus Kol., составляющие основу комплекса коротконадкрылых.

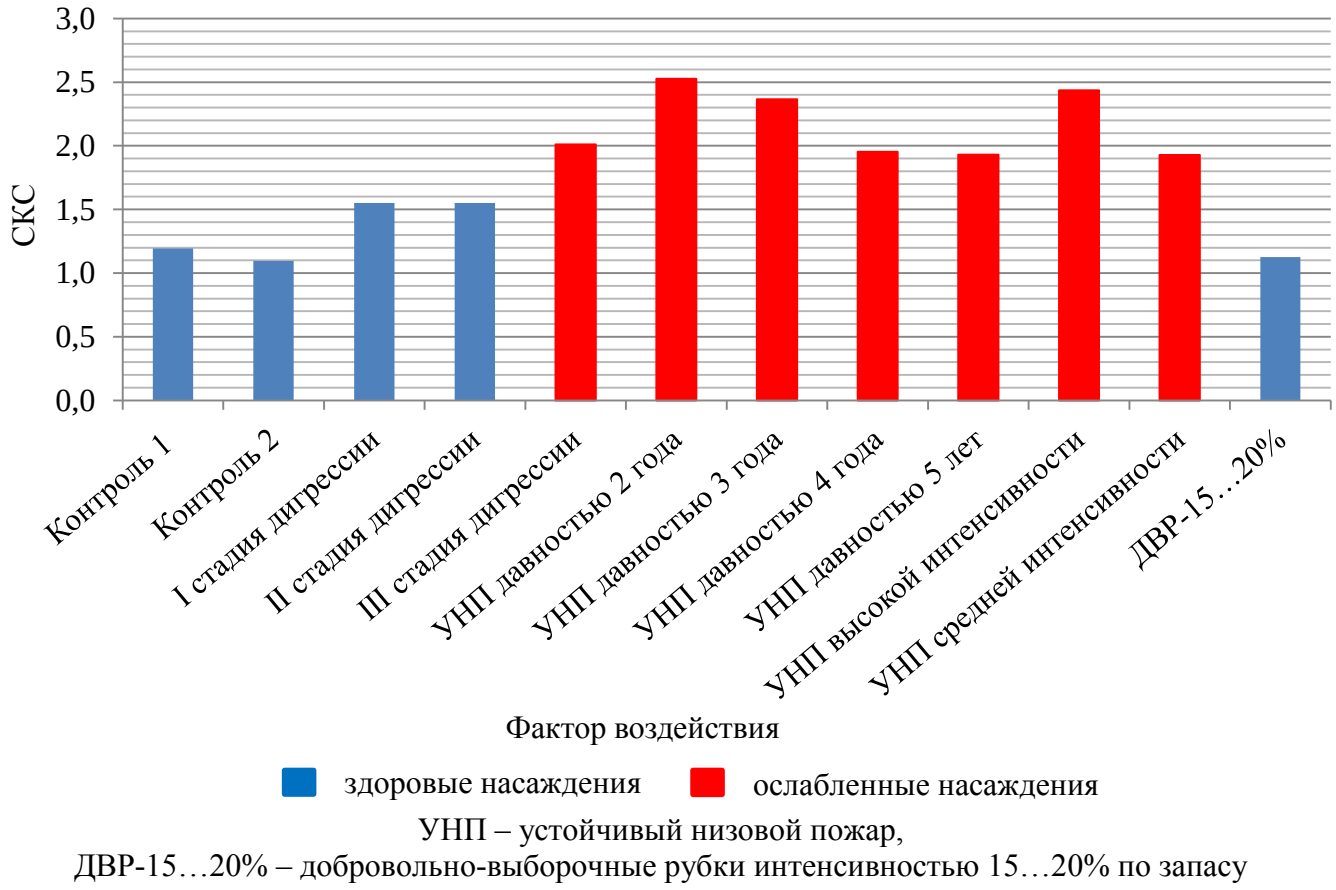
Таким образом, состояние древостоев при I и II стадиях дигрессии соответствует нижнему пределу ослабленных древостоев. Наибольшее ослабление состояния древостоев отмечено при III стадии рекреационной дигрессии. Рекреация приводит к увеличению числа видов ЖНП за счет дерновинных и светолюбивых видов. Рекреационная дигрессия мало влияет на условия увлажнения почвы, увеличивает освещенность среды обитания почвенной мезофауны, незначительно изменяет кислотность почв и создает условия для роста обеспеченности азотом. Происходит снижение общей плотности эпигеобионтной мезофауны и общего количества систематических групп, а также увеличение плотности отдельных групп мезофауны и изменение трофической структуры комплекса (увеличение преобладающей роли зоофагов над фитофагами при уменьшающейся доле сапрофагов).

Основа группы щелкунов – Selatosomus latus F. и Dolopius marginatus L. – присутствует в условиях различных рекреационных нагрузок в доминантном и субдоминантном положении. У двукрылых прослеживается тенденция увеличения плотности с ростом рекреационной дигрессии. В условиях возрастания степени рекреационной дигрессии незначительно увеличивается общая плотность олигохет. Плотность личинок долгоносиков тем меньше, чем слабее рекреационное воздействие. Видовой состав жужелиц при I и III стадиях дигрессии отличается мало. Xantholinus tricolor F., Xantholinus linearis Ol. и Gabrius osseticus Kol., составляют основу комплекса коротконадкрылых.

7 Сравнительное влияние группы изученных антропогенных факторов на компоненты лесного биогеоценоза

7.1 Сравнительное влияние группы изученных антропогенных факторов на санитарное состояние древостоев

Санитарное состояние древостоев на ПП – один из показателей, позволяющих опосредованно сравнивать влияние различных по виду воздействия экологических факторов (устойчивых низовых пожаров различной интенсивности, добровольно-выборочных рубок слабой интенсивности, сплошных санитарных рубок, сплошных рубок спелых насаждений и рекреации) на динамику геобионтной и эпигеобионтной мезофауны (Рисунок 7.1).



УНП – устойчивый низовой пожар,
ДВР-15…20% – добровольно-выборочные рубки интенсивностью 15…20% по запасу

Рисунок 7.1 – Состояние древостоев после изученных антропогенных воздействий

Санитарное состояние древостоев под воздействием рекреации на первых двух стадиях дигрессии находится на границе между «здоровыми» и «ослабленными» и соответствует нижнему пределу ослабления. После добровольно-выборочных рубок слабой интенсивности СКС соответствует контролю. На второй год после устойчивых низовых пожаров древостои сосны являются сильно ослабленными, с увеличением давности пожаров состояние выживших деревьев улучшается. В условиях III стадии дигрессии, а также при наличии очага устойчивого низового пожара давностью от трех до пяти лет различной интенсивности санитарное состояние древостоя оценивается как «ослабленное». На ослабление состояния сосняков наибольшее влияние оказывают низовые устойчивые пожары.

7.2 Сравнительное влияние группы изученных антропогенных факторов на структуру живого напочвенного покрова

В результате внешних стрессовых воздействий происходят структурные изменения в живом напочвенном покрове, заключающиеся в изменении общего проективного покрытия, количества видов растений и степени их доминирования (Таблица 7.1).

Таблица 7.1 – Динамика ЖНП при антропогенных воздействиях

Фактор антропогенного воздействия	Количество видов ЖНП	Общее проективное покрытие, %
Устойчивый низовой пожар давностью 2 года	21	50…80
Устойчивый низовой пожар давностью 3 года	29	50…80
Устойчивый низовой пожар давностью 4 года	20	50…80
Устойчивый низовой пожар давностью 5 лет	9	80
Контроль 1	18	100

Продолжение Таблицы 7.1

Фактор антропогенного воздействия	Количество видов ЖНП	Общее проективное покрытие, %
Добровольно-выборочные рубки интенсивностью 15..20% по запасу	8	70…80
Сплошная рубка спелых насаждений	8	80
Контроль 2	16	100
Сплошная санитарная рубка	28	80…90
I стадия рекреационной дигрессии	15	95…100
II стадия рекреационной дигрессии	24	90
III стадия рекреационной дигрессии	23	80

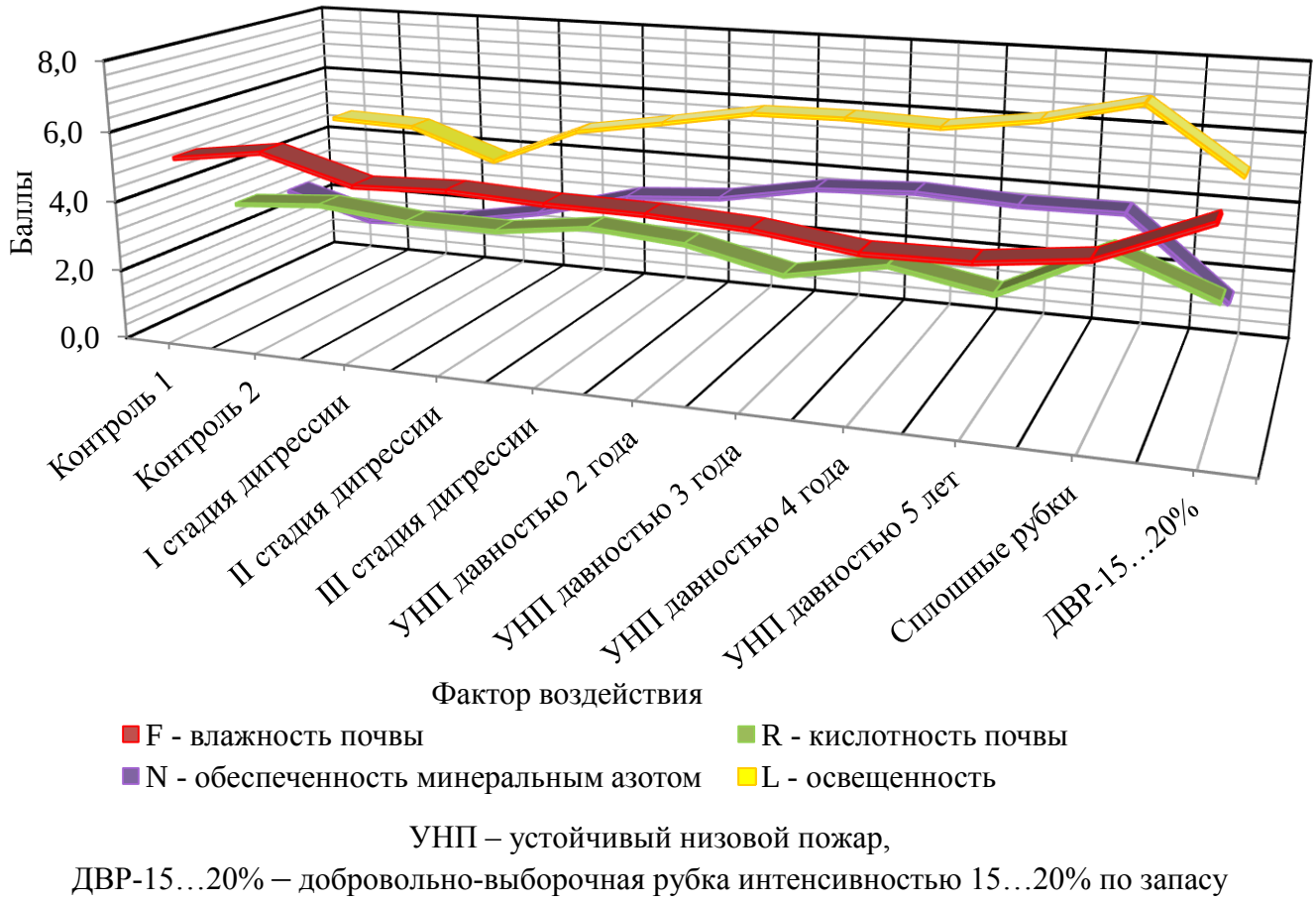
В результате воздействия устойчивых низовых пожаров на ПП отмечено по 8…12 растительных видов (за исключением устойчивых низовых пожаров с последующим проведением сплошной санитарной рубки), в том числе на контроле – по 9…12 на ПП. После устойчивых низовых пожаров различной давности отмечено 9…29 видов. При этом максимальное количество характерно для пожаров давностью два и три года (21 и 29 соответственно) (Таблица 7.1). На контрольных ПП общее количество видов – 18. В отличие от контрольных ПП, на которых господствуют типичные лесные растения с преобладанием зеленых мхов, после устойчивых низовых пожаров покров формируется травяным ярусом, в котором доминирует вейник наземный (Calamagrostis epigeios L.). Общее проективное покрытие снижается с допожарных 100% до 50…80%.

После добровольно-выборочных рубок леса видовой состав ЖНП сокращается, отмечено 8 видов растений (5…7 на отдельных ПП), на контрольных ПП – 16 видов. Общее количество видов после проведения сплошной рубки с наличием очага пожара – 28, без него – 8 (Таблица 7.1). В результате проведения рубок общее проективное покрытие снижается с контрольных 100% до 70…90%.

При рекреационном использовании леса отмечено 15 видов в условиях I стадии дигрессии (по 8…12 на ПП), 24 вида в условиях II стадии дигрессии (по 10…17 на ПП) и 23 вида – на III стадии (по 10…14 на ПП).

При I стадии рекреационной дигрессии доминантными видами являются эдификаторы данных лесорастительных условий. Увеличивающаяся рекреация снижает участие зеленых мхов в проективном покрытии, происходит нарастание количества растительных видов напочвенного покрова, в том числе при участии опушечных и полевых придорожных видов. Общее проективное покрытие снижается с 95…100% до 80%.

Изменения почвенных условий под воздействием антропогенных факторов достаточно хорошо идентифицируются составом живого напочвенного покрова.



УНП – устойчивый низовой пожар,
ДВР-15…20% – добровольно-выборочная рубка интенсивностью 15…20% по запасу

Рисунок 7.2 – Показатели основных экологических факторов

Среди группы изученных антропогенных факторов увеличение влажности почвы относительно контрольных значений вызывают добровольно-выборочные рубки. Постепенное уменьшение данного показателя происходит в процессе послепожарной сукцессии с увеличением давности устойчивого низового пожара.

В условиях обедненности почв увеличение содержания минерального азота в почве происходит при воздействии всех изученных факторов, кроме добровольно-выборочных рубок слабой интенсивности. Наибольшее значение достигается в условиях устойчивого низового пожара четырехлетней давности.

Реакция почвы в исследованных биотопах имеет выраженный кислый характер. Наибольшая амплитуда колебания в сторону щелочной реакции отмечена при сплошных рубках.

Наивысший показатель освещенности зафиксирован после сплошной рубки. Тенденция увеличения освещенности отмечается по мере роста рекреации, а также при повышении давности пожара.

Таким образом, устойчивый низовой пожар давностью три года, а также сплошная санитарная рубка после пожара приводят к наибольшему увеличению видов ЖНП, а изученные рубки леса уменьшают количество видов растений. Наибольшему снижению общего проективного покрытия ЖНП способствуют устойчивые низовые пожары давностью до четырех лет. Рубки леса наиболее сильно изменяют почвенно-экологические условия. После сплошных рубок максимально увеличивается освещенность и достигается наибольшее отклонение кислотности почвы в сторону щелочной реакции. Добровольно-выборочные рубки приводят к наибольшему увеличению влажности почвы.

7.3 Сравнительное влияние группы изученных антропогенных факторов на динамику почвенной мезофауны и биологический круговорот веществ

Хозяйственная деятельность человека в лесу (рубки леса), нарушения санитарных правил безопасности, влекущие возникновение пожаров, и рекреационные нагрузки – одни из основных направлений негативного воздействия человека на лесные биогеоценозы.

После устойчивых низовых пожаров средней интенсивности отмечено снижение общей плотности мезофауны в сравнении с показателями на контроле (56,1 шт./м^2) в 1,2 раза, и уменьшение в 1,8 раза после пожаров высокой интенсивности. В зависимости от давности устойчивого низового пожара (Таблица 4.7) плотность изменяется от 17,4 шт./м^2 (в 3,2 раз меньше контроля) при двухлетней давности до 47,7 шт./м^2 при пятилетней. Показатель плотности спустя четыре года после пожара составляет 96% от контроля (53,8 шт./м^2), то есть через четыре года плотность мезофауны восстанавливается до предпожарного состояния.

В условиях проведения выборочных санитарных рубок интенсивностью 5…15% на следующий год после устойчивого низового пожара высокой интенсивности отмечается уменьшение общей плотности в 1,8 раза по сравнению с контролем

Добровольно-выборочные рубки слабой интенсивности несколько меньше воздействуют на плотность мезофауны почв. После выборочных рубок интенсивностью 15…20% плотность мезофауны составляет 19,6 шт./м^2, что соответствует в наших исследованиях биотопу спустя два года после устойчивого низового пожара.

В условиях I стадии рекреационной дигрессии общая плотность мезофауны (63,1 шт./м^2) соответствует условиям контроля. При II стадии дигрессии плотность изменяется незначительно (59,2 шт./м^2). При III стадии отмечено значительное снижение общей плотности мезофауны почв, соответствующее периоду восстановления плотности в условиях послепожарной сукцессии на третий год (39,9 шт./м^2).

Сплошные рубки леса, наряду с лесными пожарами, являются одним из мощных антропогенных факторов динамики лесных сообществ, обусловливающих трансформацию структурных компонентов лесных экосистем и нарушение их функциональной активности. По сделанным ранее наблюдениям, фауна почв вырубок в основных параметрах остается сходной с фауной послепожарных участков (Тимошкина, 2004).

Нами исследованы биотопы с различными условиями перед проведением сплошной рубки. Часть данных получена для участков, затронутых пожаром, с последующим проведением сплошной санитарной рубки.

Уничтожение в результате низового пожара огнем подстилки и живого напочвенного покрова сокращает биомассу растительной пищи для консументов, косвенно влияя на их популяционные показатели. В связи с этим, плотность зоофагов и фитофагов в результате проведения сплошной санитарной рубки на участках, пройденных пожаром меньше (Рисунок 7.3), чем на неповрежденном огнем участке с проведенной сплошной рубкой спелого насаждения.

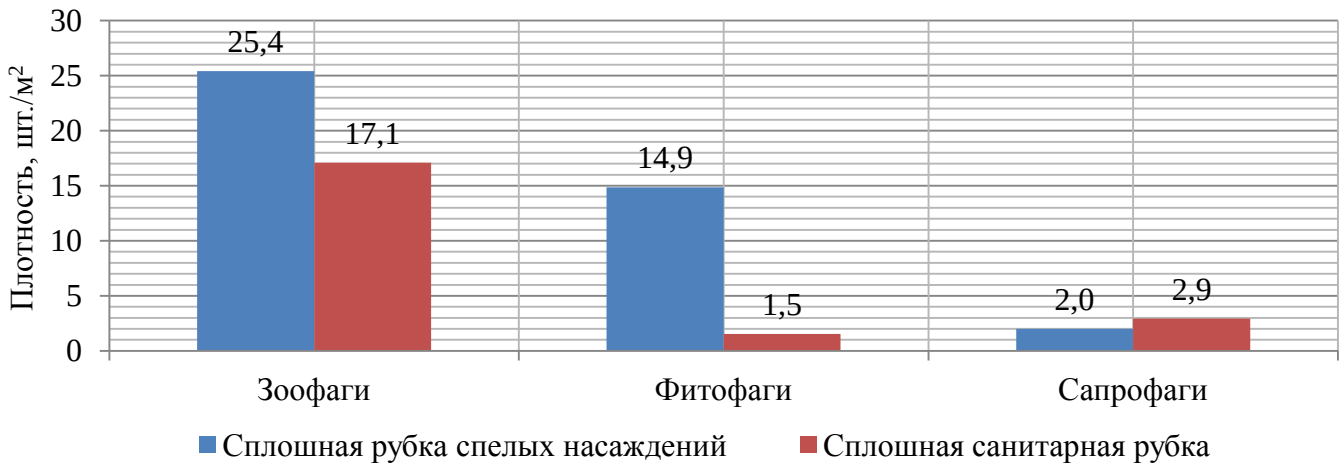


Рисунок 7.3 – Зависимость плотности трофических классов мезофауны от условий на участке до рубки леса

После сплошных рубок спелых насаждений общая плотность почвенной мезофауны в 1,5 раза ниже контроля (42,3 шт./м^2) и более чем в два раза превышает плотность её после добровольно-выборочных рубок интенсивностью 15…20% (19,6 шт./м^2). На участках после проведения сплошных санитарных рубок, общая плотность почвенной мезофауны составляет 21,6 шт./м^2.

Подобные результаты получены на территории Нижегородской области. Минимальное количество насекомых отмечено на ПП, которые после пожара были дополнительно подвержены антропогенному влиянию (Бессчетнов, 2014). Наши данные также подтверждают полученные ранее результаты исследования на вырубках и горельниках в сосняках Швеции (Wikars, 2001).

Влияние всех видов антропогенного воздействия проявилось в изменении количества представленных систематических групп мезофауны. Из представленных в контроле и при I стадии рекреационной дигрессии леса 15 групп, на ПП после пожаров средней интенсивности отмечено до 14 групп. Аналогичный показатель отмечен при II стадии дигрессии. Количество учтенных групп мезофауны не превышает 13 в условиях III стадии и в местах прохождения устойчивых низовых пожаров с последующим проведением выборочных санитарных рубок интенсивностью 5…15%. В местах проведения как сплошных, так и добровольно-выборочных рубок отмечено не более 12 систематических групп мезофауны, на пробных площадях после устойчивых низовых пожаров высокой интенсивности – не более 11. В местах прохождения устойчивых низовых пожаров с последующим проведением сплошной санитарной рубки отмечено минимальное количество групп – 10. Таким образом, наиболее мощным фактором снижения систематического разнообразия является комплексное воздействие устойчивого низового пожара и сплошной санитарной рубки.

Воздействие антропогенных факторов по-разному влияет на динамику плотности отдельных групп мезофауны. Основной эффект проявляется в снижении плотности большинства групп. Однако после устойчивых низовых пожаров средней интенсивности увеличивается на 8% плотность хрущей и тараканов, на 31% – губоногих многоножек и в 2,2 раза – муравьев, после пожаров высокой интенсивности плотность хрущей не изменяется, а муравьев – вырастает на 33%. При воздействии изученных рубок плотность большинства групп мезофауны также уменьшается. После добровольно-выборочных рубок данная тенденция характерна для всего комплекса, после сплошных рубок отмечено увеличение в 1,5 раза плотности муравьев, в 1,3 раза – щелкунов, а также незначительный рост плотности кивсяков.

Возрастание плотности наибольшего количества групп мезофауны характерно для условий перехода от слабой стадии рекреационной дигрессии к предельно допустимой нагрузке. Среди вредителей леса увеличивается плотность долгоносиков (в 1,7 раза) и пилильщиков (в 2,7 раза), среди сапрофагов – земля-

ных червей (в 2,1 раза), также увеличивается плотность хищных жужелиц (в 1,6 раза) и личинок двукрылых (в 2,3 раза). Таким образом, для каждого антропогенного воздействия отмечена своеобразная динамика групп мезофауны.

Индикатором состояния биотопа и направленности процессов ослабления или восстановления может выступать встречаемость почвенных беспозвоночных (Таблица 7.2).

Нами отмечены четыре тенденции в восстановлении контрольных показателей встречаемости после антропогенных воздействий.

В первую вписываются группы мезофауны, показатели встречаемости которых достигают контрольных на первых (ранних) этапах восстановительной сукцессии или при наименьшей интенсивности воздействия и увеличиваются со временем. К ним относятся кивсяки и муравьи после пожаров, земляные черви, жужелицы, муравьи, двукрылые, долгоносики и тараканы в условиях рекреации.

Ко второй тенденции можно отнести те группы, которые достигают контрольной встречаемости на первых (ранних) этапах восстановительной сукцессии или при наименьшей интенсивности воздействия и снижают встречаемость в дальнейшем по градиенту воздействия. Такими группами являются долгоносики, хрущи, пилильщики после пожаров, хрущи после выборочных рубок, губоногие многоножки, хрущи, щелкуны, совки и подстилочные черви при рекреации.

К третьей относим группы, которые достигают контрольной встречаемости на завершающем этапе изученной восстановительной сукцессии или при наиболее интенсивном воздействии. Это – губоногие многоножки, подстилочные черви, жужелицы, двукрылые после пожаров и кивсяки, жужелицы, совки после сплошных рубок.

Для четвертой тенденции характерны показатели встречаемости ниже контрольных на всем протяжении сукцессии и при любой интенсивности воздействия. В данную тенденцию вписываются показатели встречаемости всех остальных групп.

Таблица 7.2 – Встречаемость групп почвенной мезофауны

Условия биотопа	Встречаемость (%):														
	пауков	кивсяков	губоногих многоножек	червей подстилочных	червей земляных	жужелиц	муравьев	стафилинов	долгоносиков	щелкунов	хрущей	двукрылых	пилильщиков	совок	тараканов
Давность устойчивого низового пожара:															
2 года	56,6	7,0	60,8	6,7	4,5	17,8	32,0	33,3	2,8	48,4	11,1	29,6	0,0	0,0	8,9
3 года	66,3	2,7	56,1	7,1	8,8	40,3	60,8	34,1	16,5	43,1	18,8	34,3	10,6	3,1	42,4
4 года	70,9	7,7	74,2	19,5	17,6	53,3	72,3	40,9	18,0	79,0	9,9	47,3	35,9	0,0	53,0
5 лет	92,3	0,0	92,3	46,2	23,1	69,2	61,5	38,5	0,0	69,2	7,7	53,8	0,0	0,0	30,8
Контроль	92,3	3,9	82,0	20,5	34,6	62,8	51,3	57,7	18,0	82,1	16,7	60,3	29,5	6,4	61,5
Рубки леса:															
добровольно-выборочные , 15…20%	27,1	0,0	13,8	4,6	2,2	13,8	31,6	18,2	38,2	66,3	11,4	24,6	13,5	0,0	6,7
сплошные (санитарные и спелых насаждений)	58,2	2,4	11,9	0,0	7,7	45,6	71,3	21,3	9,4	33,6	2,2	23,7	4,8	7,1	34,7
Контроль	73,8	1,8	87,6	17,2	24,2	45,2	72,3	62,2	47,9	84,3	10,6	39,6	53,2	6,9	41,7
Стадия рекреационной дигрессии															
I	84,2	49,1	81,2	11,9	21,5	31,0	65,4	40,3	10,1	78,0	15,7	39,9	13,5	0,0	6,7
II	79,6	35,0	82,7	20,8	27,3	48,1	82,7	37,3	17,7	83,5	27,3	43,1	4,8	7,1	34,7
III	68,9	5,0	54,4	3,0	29,9	55,5	75,9	27,2	20,9	44,9	9,6	53,4	53,2	6,9	41,7

Функционирование лесного БГЦ определяется соотношением скоростей накопления первичной продукции и её разложения.

Наибольшая биогенность свойственна лесной подстилке и ризосфере. Именно здесь наиболее активно проявляется жизнь в лесной почве (Мелехов, 1980).

Биологический круговорот в лесу – совокупный многоступенчатый процесс превращений, миграции и обмена веществ и энергии между лесным фитоценозом и почвой. Лес характеризуется интенсивным круговоротом веществ, приводящим к наибольшей, по сравнению с другими природными типами растительности, аккумуляции органического вещества (Мелехов, 1980).

Непосредственное участие в трансформации органического материала в почве принимают беспозвоночные – сапрофаги, питающиеся растительными остатками. В механическом измельчении опада участвуют представители почвенной фауны: дождевые черви, многоножки, муравьи, различные личинки и другие беспозвоночные. Многие представители фауны затаскивают частицы опада в глубь почвы, ускоряя тем самым круговорот веществ, а некоторые – способны полностью их съедать (Тихонов, 2011).

Представители сапрофагов, находившихся в симбиозе с микроорганизмами, освобождают азот из сложных соединений вплоть до образования подвижных форм. В экскрементах происходит распад веществ и образуются гуминовые кислоты. Таким образом, уже на начальном этапе разложения опада беспозвоночными образуются вещества, доступные для питания деревьев. Кроме того, эти животные распространяют споры и мицелий высших грибов и стимулируют микробиологическую деятельность в почве, вводя в среду белки и ростовые вещества и положительно влияя на следующее звено биологического круговорота веществ (Тихонов, 2011).

Соотношение между трофическими классами мезофауны определяет темпы и характер процессов деструкции при влиянии различных антропогенных факторов. Воздействия изученных пожаров, рубок леса и рекреации

вносят различные изменения в функциональную структуру комплекса мезофауны (Таблице 7.3).

Таблица 7.3 – Показатели трофических классов мезофауны в зависимости от вида антропогенного воздействия

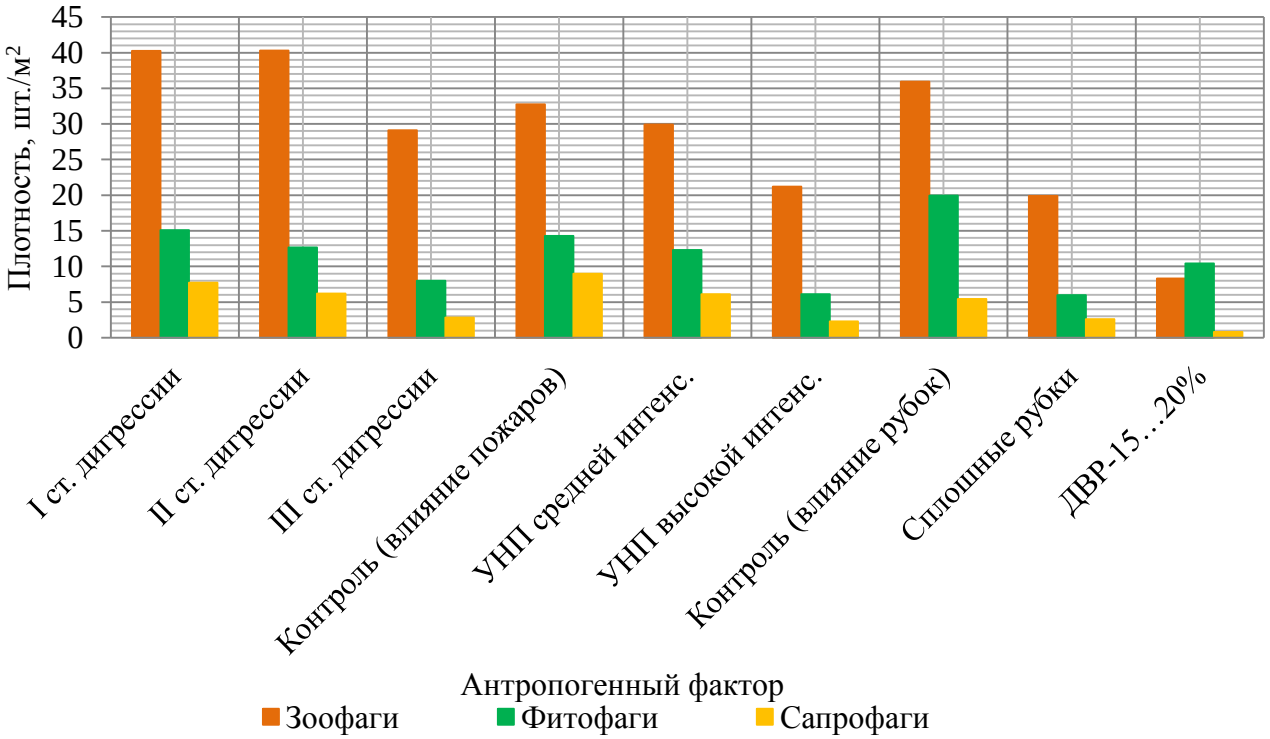
Воздействие	Соотношение плотностей (зоофаги : фитофаги : сапрофаги)	Плотность трофических классов, шт./м^2			
		Зоофагов	Фитофагов	Сапрофагов	Общая
Контроль 1	2,3:1,0:0,6	32,8	14,3	9,0	56,1
Устойчивый низовой пожар высокой интенсивности	3,5:1,0:0,4	21,2	6,1	2,3	29,6
Устойчивый низовой пожар средней интенсивности	2,4:1,0:0,5	29,9	12,3	6,1	48,3
Добровольно-выборочная рубка слабой интенсивности	0,8:1,0:0,1	8,3	10,5	0,8	19,6
Сплошная рубка	3,3:1,0:0,4	19,9	6,0	2,6	28,5
Контроль 2	1,8:1,0:0,3	36,0	20,0	5,4	61,4
I стадия рекреационной дигрессии	2,7:1,0:0,5	40,3	15,1	7,7	63,1
II стадия рекреационной дигрессии	3,2:1,0:0,5	40,3	12,7	6,2	59,2
III стадия рекреационной дигрессии	3,6:1,0:0,4	29,1	8,0	2,8	39,9

В результате различных антропогенных воздействий комплекс первичных разрушителей – сапрофагов сокращает свою плотность поселения и долю в трофической структуре. Наибольшее уменьшение вызывают изученные рубки и устойчивые низовые пожары высокой интенсивности. При рекреационном использовании лесов показатели сапрофагов уменьшаются с ростом рекреационной нагрузки. Пожары высокой интенсивности снижают плотность сапрофагов почти в четыре раза, пожары средней интенсивности – в 1,5 раза.

Изученные антропогенные воздействия также снижают плотность фитофагов. Особенно значимо плотность снижается после сплошных рубок и пожаров высокой интенсивности (в 3,3 и 2,3 раза соответственно).

Основной результат воздействия группы изученных антропогенных факторов на комплекс зоофагов проявляется в снижении плотности. Сплошные рубки сокращают плотность зоофагов в 1,8 раза, добровольно-выборочные слабой интенсивности – сильнее, в 4,3 раза. Устойчивые низовые пожары и рекреационные нагрузки увеличивают их долю в комплексе мезофауны. При I и II стадиях дигрессии зафиксирована наибольшая плотность класса зоофагов.

Для фитофагов и сапрофагов характерно уменьшение плотности поселения при усилении рекреационных нагрузок и интенсивности устойчивых низовых пожаров (Рисунок 7.4).



УНП – устойчивый низовой пожар,
ДВР-15…20% – добровольно-выборочные рубки интенсивностью 15…20% по запасу

Рисунок 7.4 – Зависимость плотности трофических классов мезофауны от группы изученных антропогенных факторов

Добровольно-выборочные рубки леса слабой интенсивности – единственный вид антропогенного воздействия, в результате которого отмечено преобладание фитофагов в трофической структуре мезофауны. При I и II стадиях дигрессии зафиксирована наибольшая плотность класса зоофагов.

Наименьшее количество сапрофагов наблюдалось в условиях устойчивых низовых пожаров двухлетней давности.

Основу комплекса почвенной мезофауны обследованных сосняков составляют личинки щелкунов. В ряду условий «контроль – устойчивый низовой пожар средней интенсивности – II стадия рекреационной дигрессии – добровольно-выборочная рубка слабой интенсивности – устойчивый низовой пожар высокой интенсивности – III стадия рекреационной дигрессии – сплошная санитарная рубка» их плотность уменьшается относительно контроля в 1,1 раза, 1,4 раза, 1,6 раза, 2,6 раза, 3,3 раза и 16,7 раза соответственно. После проведения сплошной рубки спелого насаждения их плотность выше контрольных показателей в 1,3 раза.

На контрольных ПП общая численность люмбрицид достигает 7,3 % от всей почвенной мезофауны при плотности 4,1 шт./м^2. В результате воздействия устойчивых низовых пожаров высокой интенсивности и пожаров средней интенсивности доля группы составляет 3,2 % и 2,9% соответственно, а плотность – 1,0 шт./м^2 и 1,4 шт./м^2 соответственно, что значительно (в 4,1 и 2,9 раза) ниже данных контроля.

Полному исчезновению представителей подстилочной формы способствует проведение сплошных рубок. При этом наличие очага устойчивого низового пожара, предшествующего проведению сплошной санитарной рубки, создает условия для жизнедеятельности земляных форм дождевых червей (2,1%), в то время как подстилочные формы отсутствуют.

Таким образом, устойчивые низовые пожары прошлых лет в местах проведения рубок леса способствуют некоторому увеличению плотности люмбрицид в сравнении с участками, не поврежденными пожаром перед рубкой леса. Воздействие устойчивых низовых пожаров высокой интенсивности сравнимо по степени влияния на комплекс олигохет с проведением добровольно-выборочных рубок слабой интенсивности: происходит более чем четырехкратное уменьшение плотности по сравнению с контролем.

Увеличивающаяся рекреационная дигрессия сопровождается увеличением доли и плотности червей в комплексе мезофауны. Их плотность 1,5 шт./м^2. и доля 2,4% при I стадии увеличиваются до 2,4 шт./м^2 и 5,9% при III стадии.

В результате проведения рубок леса, а также после низовых устойчивых пожаров различной интенсивности доля двукрылых в сообществе мезофауны отмечается не ниже показателей контроля. При этом общая плотность личинок двукрылых после проведения изученных рубок леса с 2,7 шт./м^2 уменьшается в 1,1…1,6 раза с увеличением интенсивности рубки, после устойчивых низовых пожаров – уменьшается в 1,2…1,6 раза с 3,6 шт./м^2 с увеличением интенсивности пожара, при усилении рекреации – увеличивается от 2,3 шт./м^2 в 2,3 раза.

Воздействие изученных рубок леса более значимо повлияло на уменьшение плотности хрущей, чем устойчивые низовые пожары различной интенсивности. В результате пожаров различной интенсивности не зафиксировано снижения плотности хрущей, после добровольно-выборочных рубок слабой интенсивности их плотность уменьшилась с 1,1 шт./м^2 вдвое, после сплошных – до нуля. Рекреационные нагрузки мало влияют на плотность хрущей, но отмечена тенденция её снижения при уничтожении подроста.

Для жужелиц характерно уменьшение плотности в 1,6…1,7 раза в связи с воздействием устойчивых низовых пожаров. В результате сплошной рубки леса плотность жужелиц уменьшается в 1,3 раза, после добровольно-выборочной – в 5,9 раза. Комплексное воздействие пожара и сплошной санитарной рубки увеличивает их плотность в 1,6 раза. При возрастании рекреации отмечено увеличение плотности на каждой стадии дигрессии. Количество видов после устойчивых низовых пожаров не меньше, чем на контроле, так же как и при воздействии рекреации.

Комплекс стафилинов отреагировал на пожары различной интенсивности однообразно – снижением плотности в 2,1 раза. Снижение плотности вследствие изученных рубок леса произошло тем заметнее, чем выше интен-

сивность рубок (1,6…5,0 раз). При усилении рекреации плотность стафилинов понизилась в 1,1…2,1 раза. Все рассмотренные антропогенные факторы повлияли на уменьшение количества видов стафилинов в сравнении с контролем, за исключением II стадии рекреационной дигрессии, при которой отмечено их незначительное увеличение.

Для характеристики видовой структуры мезофауны пробных площадей использовали индекс видового разнообразия Симпсона и индекс разнообразия Шеннона-Уивера (Таблица 7.4).

Таблица 7.4 – Видовое разнообразие и выравненность в исследованных комплексах мезофауны

Показатель	Вид воздействия								
	УНП давностью три года	УНП давностью четыре года	УНП давностью пять лет	Контрольные пробные площади	ДВР- 15…20%	Сплошная рубка спелого насаждения	I стадия рекреационной дигрессии	II стадия рекреационной дигрессии	III стадия рекреационной дигрессии
Индекс Симпсона	8,8	11,8	10,1	11,0	7,7	7,3	15,7	15,1	16,7
Индекс Шеннона-Уивера	2,5	2,8	2,7	2,7	2,3	2,4	3,1	3,1	2,4
Индекс Хилла	1,8	1,9	1,6	1,7	1,8	1,6	1,9	1,8	4,3
Количество видов	20	27	25	28	16	23	38	32	25

УНП – устойчивый низовой пожар, ДВР-15…20% – добровольно-выборочные рубки интенсивностью 15…20% по запасу

Оценка с использованием индекса Симпсона свидетельствует о том, что спустя три года после устойчивых низовых пожаров происходит уменьшение видового разнообразия (индекс 8,8) по сравнению с контролем. После сплошных и добровольно-выборочных рубок интенсивностью 15…20% зафиксированы наименьшие индексы видового разнообразия – 7,3 и 7,7 соответственно. Влияние рекреации отмечено в увеличении видового разнообразия почвенной мезофауны.

Полученные индексы Шеннона-Уивера повторяют характер и направленность изменений видового разнообразия, отраженные индексом Симпсона.

Данные таблицы свидетельствуют о том, что видовое разнообразие контроля может достигаться в послепожарных условиях через 4…5 лет. Проведение изученных рубок способствует наибольшему уменьшению α-разнообразия среди исследованных условий. Наивысший индекс α-разнообразия Симпсона отмечается при III стадии рекреационной дигрессии.

Расчет равномерности распределения видов по их обилию в сообществе (выравненности) показал, что в условиях контроля за счет наличия видов-доминантов с высоким обилием выравненность (1,7) оказалась меньше, чем в условиях устойчивого низового пожара трех- и четырехлетней давности (1,8 и 1,9 соответственно), где обилие относительно равномерно распределено между несколькими видами без значительного преобладания. Проведение добровольно-выборочных рубок слабой интенсивности также способствовало увеличению выравненности по сравнению с контролем до показателя 1,8. При воздействии рекреации (I…III стадии дигрессии) показатель выравненности выше, чем на контроле. Максимальная выравненность достигается на III стадии, где большинство видов имеют относительно равную численность.

Таблица 7.5 – Данные учета трофических классов мезофауны в сосняках, ослабленных различными антропогенными воздействиями

Фактор воздействия	№ ПП	Количество площадок, шт.	Плотность функциональных групп мезофауны, шт./м^2								
			зоофаги			фитофаги			сапрофаги		
			M±m	C,%	P,%	M±m	C,%	P,%	M±m	C,%	P,%
УНП:											
давностью два года	4, 5, 9	40	13,25 ±3,25	42,5	24,6	3,68 ±1,68	79,07	45,6	0,47 ±0,32	116,9	67,5
давностью три года	5, 6, 19, 21, 25, 28	69	25,41 ±5,02	44,2	19,8	8,24 ±2,88	78,20	35,0	2,94 ±2,05	155,9	69,7
давностью четыре года	7, 26, 27	41	32,07 ±6,98	37,7	21,8	14,54 ±5,34	63,60	36,7	7,20 ±2,11	50,80	29,3
давностью пять лет	22	13	35,08 ±10,15	104,4	29,0	7,08 ±6,82	347,35	96,3	5,54 ±3,41	222,3	61,6
Контроль 1	2, 8, 10, 20, 23, 24	78	32,77 ±4,21	31,5	12,8	14,31 ±8,05	137,90	56,3	8,97 ±2,08	56,9	23,2

Продолжение таблицы 7.5

Фактор воздействия	№ ПП	Количество площадок, шт.	Плотность функциональных групп мезофауны, шт./м^2								
			зоофаги			фитофаги			сапрофаги		
			M±m	C,%	P,%	M±m	C,%	P,%	M±m	C,%	P,%
Рубки леса:											
доброволь-но-выбо-рочные (15-20%)	11, 13, 15	44	8,32 ±1,12	23,2	13,4	10,44 ±2,11	35,01	20,2	0,81 ±0,40	86,6	50,0
сплошные (санитар-ные и спе-лых насаж-дений)	1, 17, 19	42	19,88 ±3,80	33,1	19,1	5,98 ±4,44	128,49	74,2	2,62 ±0,69	45,9	26,5
Контроль 2	12, 14, 16, 18	58	35,96 ±9,18	51,0	25,5	19,96 ±3,78	37,87	18,9	5,43 ±1,99	73,2	36,6
Стадия ре-креац. ди-грессии:											
I	32, 33, 36, 38	52	40,25 ±10,93	54,3	27,1	15,08 ±2,28	30,2	15,1	7,74 ±0,89	23,0	11,5
II	30, 31, 34, 39	52	40,31 ±10,26	50,9	25,5	12,68 ±2,15	33,8	16,9	6,19 ±1,05	34,1	17,0
III	29, 35, 37, 40	52	29,11 ±6,56	45,1	22,5	7,98 ±1,04	26,1	13,1	2,85 ±2,85	45,6	22,8

M±m – средняя с ошибкой, C – вариация, P – точность опыта определения средней, УНП – устойчивый низовой пожар.

Вариация показателя плотности мезофауны максимальна для всех групп мезофауны после устойчивого низового пожара пятилетней давности, что связываем с низкой плотностью заселения почв (Таблица 7.5). Точность опыта определения средней для зоофагов – до 29,0%, для фитофагов – до 96,3% и для сапрофагов – до 69,7%.

Анализ сравнительного влияния антропогенных воздействий на динамику мезофауны целесообразно рассматривать в зависимости от целей повышения эффективности использования мезофауны. Результат воздействия каждого антропогенного фактора может иметь больший или меньший положительный эффект. Несмотря на общую тенденцию снижения плотности мезофауны при всех рассматриваемых факторах, отмечены различные тенденции в динамике отдельных видов, групп и трофических классов мезофауны.

8 Выводы и рекомендации по результатам исследований

8.1 Выводы по результатам исследований

1. Все виды изученных антропогенных воздействий приводят к снижению плотности поселения большинства систематических групп мезофауны, уменьшению их количества и снижению доли в трофической структуре мезофауны (особенно при низовых устойчивых пожарах и изученных рубках леса) наиболее значимой для деструкции опада группы сапрофагов.

2. Наиболее мощный фактор снижения β-разнообразия – комплексное воздействие низового пожара и последующей сплошной санитарной рубки – приводит к исчезновению до пяти систематических групп мезофауны. Наибольшее снижение α-разнообразия почвенной мезофауны происходит после изученных рубок, максимальное уменьшение общей плотности – после устойчивых низовых пожаров: в 1,2…3,2 раза в зависимости от интенсивности и давности пожара.

3. При усилении рекреационного воздействия на леса отмечается увеличение α-разнообразия почвенной мезофауны, возрастание плотности наибольшего количества систематических групп. Среди вредителей леса увеличивается плотность долгоносиков и пилильщиков, среди сапрофагов – земляных червей, среди зоофагов – хищных жужелиц и личинок двукрылых. При предельно допустимой рекреационной нагрузке общая плотность почвенной мезофауны снижается в 1,6 раза.

4. После изученных рубок леса общая плотность мезофауны ниже контроля в 1,5…3,1 раза в зависимости от вида рубок, только четыре группы мезофауны восстанавливают встречаемость и плотность до значений контроля. После всех сплошных рубок увеличивается плотность поселения отдельных групп (муравьев, щелкунов, кивсяков и совок).

5. Встречаемость и плотность десяти из 15 систематических групп мезофауны восстанавливается до значений контроля через пять лет после устойчивого низового пожара, видовое разнообразие – через четыре…пять лет.

6. Индикатором степени антропогенного воздействия является α- и β-разнообразие мезофауны. При экологическом и лесопатологическом мониторингах встречаемость и плотность поселения фоновых видов мезофауны могут служить данными индикаторами, особенно: Selatosomus latus F. и Dolopius marginatus L. среди щелкунов, род Lasiopogon Lw. среди двукрылых, Dendrobaena octaedra Sav. среди Lumbricidae, Calathus micropterus Duft., Pterostichus oblongopunctatus F. и Pterostichus melanarius Ill. среди жужелиц, а также Gabrius osseticus Kol., Drusilla canaliculata Fabr., Xantholinus tricolor F. и Xantholinus linearis Ol. среди стафилинов.

7. Изученные антропогенные воздействия изменяют экологические условия местообитания мезофауны, состав и структуру ЖНП, а также состояние древостоев. Все изученные антропогенные воздействия приводят к снижению общего проективного покрытия ЖНП, увеличению содержания в почве минерального азота и росту освещенности поверхности из-за разреживания древостоя. Изученные рубки леса приводят к снижению влажности почвы. Ослабление сосновых древостоев в результате низовых пожаров напрямую связано с возрастом древостоя и интенсивностью пожара; отпад поврежденных стволов на четвертый год после устойчивого низового пожара снижается и приближается к размеру естественного текущего.

8.2 Общие рекомендации по использованию динамики почвенной мезофауны в экологическом мониторинге и лесохозяйственном производстве

1. В системе экологического мониторинга для выявления ослабления лесного биогеоценоза нами рекомендован показатель оптимальной общей плотности эпигео- и геобионтной мезофауны (60±5 шт./м^2) для здоровых чистых сосняков-брусничников III…V классов возраста на слабо- и среднеподзолистых песчаных почвах (в период с июня по сентябрь без аномальных погодных условий). Снижение данного значения следует рассматривать как показатель воздействующих на биоценоз дестабилизирующих факторов.

2. Показателем нарушенности лесной среды также целесообразно использовать снижение доли сапрофагов относительно доли зоофагов (в сравнении с контролем для данных условий).

3. При проведении работ с июня по сентябрь на пробных площадях государственной инвентаризации сосновых лесов рекомендуется ведение учета почвенной мезофауны с определением общей плотности и соотношения трофических классов.

4. Для регулирования численности вредителей леса в системе лесопатологического мониторинга и контроля активности важнейших участников круговорота веществ необходимо учитывать динамику их показателей после различных антропогенных воздействий. Среди вредителей леса после изученных сплошных рубок леса происходит увеличение плотности щелкунов, при рекреационном воздействии возрастает плотность личинок долгоносиков и пилильщиков. После устойчивых низовых пожаров, рекреационных нагрузок допустимых уровней дигрессии происходит замещение доминантной позиции щелкунов группами типичных зоофагов (муравьев и пауков), которые могут быть использованы как основа биологических лесозащитных систем. Плотность поселения муравьев увеличивается в 1,5 раза после изученных сплошных рубок.

Заключение

Знание закономерностей влияния различных факторов на комплексы почвенной мезофауны актуально для лесохозяйственной практики. Педофауна чутко реагирует на изменение большинства экологических факторов, является чувствительным и информативным индикатором состояния лесных биогеоценозов. Для сосняков европейской подзоны широколиственных лесов характерна относительно не высокая плотность почвенной мезофауны. Изученные факторы антропогенного влияния на лесные сообщества приводят к уменьшению плотности популяций педофауны, в большинстве случаев – к снижению α-разнообразия, а также нарушению трофической и функциональной структуры.

В ходе исследования изучены основные закономерности и результаты воздействия ряда антропогенных факторов на комплекс почвенной мезофауны как компонента лесного биогеоценоза сосновых насаждений зеленомошной группы типов леса.

Причины уменьшения плотности беспозвоночных связаны, прежде всего, с истощением подстилки и гумусового горизонта, а также уплотнением почвы. Важнейшие участники круговорота веществ – сапрофаги – уменьшают свою долю в составе комплекса. Изменяется плотность зоофагов, регулирующих численность фитофагов.

Изучение влияния антропогенных факторов на отдельные трофические группы педофауны и её видовой состав позволяет эффективно управлять функционированием комплекса мезофауны при известных условиях воздействия, что обеспечивает основу устойчивости лесного сообщества.

Для экологического мониторинга рекомендовано применение показателей динамики мезофауны с учетом возможных изменений в составе и структуре комплексов почвенных беспозвоночных.

Список использованных источников

1. Алейникова, М. М. Парцеллярная структура елово-широколиственных лесов востока европейской части СССР [Текст] / М.М. Алейникова, В.С. Порфирьев, Н.М. Утробина. – М.: Наука, – 1979. – 92 с.

2. Александрович, О.Р. Влияние рекреации на жужелиц сосняка черничного в пригородной зоне Минска [Текст] / О.Р. Александрович // Вопросы естествознания: сборник науч. ст. – Минск, 2010. – Вып. 6. – С. 3-7.

3. Алексеев, В.А. Диагностика жизненного состояния деревьев и древостоев [Текст] / В.А. Алексеев // Лесоведение. – 1989. – №4. – С. 51-57.

4. Бабенко, А.С. Фауна и сезонная динамика активности хищных герпетобионтов ягодных насаждений экспериментального участка Сибирского ботанического сада [Текст] / А.С. Бабенко, С.А. Нужных // Вест. Томского гос. ун-та. Биология. Зоология. – 2014. – №1(25). – С. 97–110.

5. Баканов, М.Ю. Влияние низового пожара в сосняках-зеленомошниках на почвенную мезофауну [Электронный ресурс] / М.Ю. Баканов, Е.В. Линькова, А.В. Рогуленко // Изв. калуж. о-ва изучения природы. – Калуга, 2008. – Кн. 8. – С. 129-139. – Режим доступа: http:// www.stenus.ru/statia.php?id=109 – Загл. с экрана. – Дата обращения – 10.03.2013.

6. Бастраков, А. И. Структура населения почвенной мезофауны в основных типах лесных сообществ Южно-таежной подзоны Западной Сибири (на примере среднего течения р. Иртыш) [Текст] / А. И. Бастраков, Л. Б. Рыбалов // Продуктивность и устойчивость лесных почв: материалы III Международ. конф. Петрозаводск: КарНЦ РАН, 2009. – С. 185-188.

7. Безкоровайная, И.Н. Биологическая диагностика и индикация почв: краткий курс лекций [Текст] / И.Н. Безкоровайная. – Краснояр. гос. аграр. ун-т. – Красноярск, 2001. – 40 с.

8. Безкоровайная, И.Н. Пирогенная трансформация почв сосняков средней тайги Красноярского края [Текст] / И.Н. Безкоровайная и [др.] // Сибир. экол. журн. – 2005. – №1. – С. 143-152.

9. Белохвостова, О. А. Влияние механизированной трелевки на почвенную мезофауну при проходных и постепенных рубках [Электронный ресурс] / О.А Белохвостова // Науч.-техн. творчество мол. ученых – лес. хоз-ву: материалы 7 науч. конф. аспирантов и науч. сотр. ВНИИ лесовод. и механиз. лес. хоз-ва. – Пушкино, 1984. – С. 338-342. – Режим доступа: http:// biodat.ru/db/vin/vin.php?txt=%EB%E5%F1&src=0&page=19&tot=16298– Загл. с экрана. – Дата обращения – 14.02.2013.

10. Бессчетнов, В.П. Особенности формирования почвенной энтомофауны после пожаров на территории Керженского заповедника [Текст] / В.П. Бессчетнов, Н.Н. Бесчетнова, Т.Н. Быченкова, Л.И. Клишина, О.Ю. Храмова, Е.Н. Коршунова, Н.Д. Печникова // Лесное хоз-во – 2013. Актуал. проблемы и пути их решения: сб. ст. междунар. науч.-практич. конф. – Н. Новгород: НГСХА, 2014. – С. 93-105.

11. Богородская, А.В. Влияние пожаров на микробные комплексы почв сосновых лесов Средней Сибири [Электронный ресурс]: дис. … канд. биол. наук / А.В. Богородская. – Красноярск, 2006. – 195 с. – Режим доступа: http://www.dissercat.com/content/vliyanie-pozharov-na-mikrobnye-kompleksy-pochv-sosnovykh-lesov-srednei-sibiri – Загл. с экрана – Дата обращения – 09.10.2012.

12. Булохов, А.Д. Экологическая оценка среды методами фитоиндикации [Текст] / А.Д. Булохов; БГПУ. – Брянск, 1996. – 104 с.

13. Булохов, А.Д. Определитель растений Юго-Западного Нечерноземья России (Брянская, Калужская, Смоленская области) / А.Д. Булохов, Э.М. Величкин; БГПУ. – Брянск, 1998. – 380 с.

14. Бутовский, Р.О. Устойчивость комплексов почвообитающих членистоногих к антропогенным воздействиям [Электронный ресурс]: дис. ... д-ра биол. наук. / Р.О. Бутовский. – М., 2001. – 401 с. – Режим доступа:

http://www.dissercat.com/content/ustoichivost-kompleksov-pochvoobitayushchikh-chlenistonogikh-k-antropogennym-vozdeistviyam – Загл. с экрана – Дата обращения – 29.01.2014.

15. Бызов, Б.А. Зоомикробные взаимодействия в почве [Текст] / Б.А. Бызов. – М.: Геос, 2005. – 213 с.

16. Веремеев, В.Н. Почвенная мезофауна сосняков Белорусского Полесья, её трансформация при изменении уровня почвенно-грунтовых вод [Электронный ресурс]: дис. … канд. биол. наук / В.Н. Веремеев. – Гомель, 1984. – 222 с. – Режим доступа: http://www.dissercat.com/content/pochvennaya-mezofauna-sosnyakov-belorusskogo-polesya-ee-transformatsiya-pri-izmenenii-urovny – Загл. с экрана. – Дата обращения – 08.08.2012.

17. Веремеев, В. Н. Биомониторинг почвенной мезофауны лесных экосистем Белорусского Полесья в условиях рекреации [Текст] / В. Н. Веремеев, Н. Л. Синенок // Современ. проблемы биоиндикации и биомониторинга: 11 Междунар. симпозиум по биоиндикаторам: материалы симпозиума. – Сыктывкар, 2001. – С. 25-26, 381.

18. Вершинина, С.Д. Структура почвенной мезофауны в градиенте урбанизации [Текст] / С.Д. Вершинина // Вест. Удмуртского ун-та. Биология. Науки о Земле. – 2011. – Вып. 2. – С. 84-89.

19. Видовой состав и структура живого напочвенного покрова в сосняках после контролируемых выжиганий [Текст] / В. Д. Перевозникова и [др.] // Сибирский экол. журн. – 2005. – №1. – С. 135–141.

20. Влияние рекреации на лесные экосистемы и их компоненты [Текст] / Л.П. Рысин и [др.]. – Пущино: ОНТИ ПНЦ РАН, 2004. – 302 с.

21. Воздействие завода силикатного кирпича на состояние и структуру соснового биогеоценоза: монография [Текст] / Ю.П. Демаков и [др.]. – Йошкар-Ола: Поволжс. гос. технологич. ун-т, 2013. – 192 с.

22. Всеволодова-Перель, Т.С. Дождевые черви фауны России: кадастр и определитель [Текст] / Т.С. Всеволодова-Перель. – М.: Наука, 1997. 102 с.

23. Ганин, Г. Н. Сообщества мезопедобионтов юга Дальнего Востока России [Электронный ресурс]: дис. … д-ра. биол. наук / Г.Н Ганин. – Хабаровск, 2009. – 323 с. – Режим доступа: http://www.dissercat.com/content/soobshchestva-mezopedobiontov-yuga-dalnego-vostoka-rossii – Загл. с экрана – Дата обращения – 29.01.2014.

24. Гиляров, М.С. Влияние почвенных условий на фауну почвенных вредителей [Текст] / М.С. Гиляров // Почвоведение. – 1939. – №9. – С.121-138.

25. Гиляров, М.С. Особенности почвы как среды обитания и её значение в эволюции насекомых [Текст] / М.С. Гиляров. – М. – Л.: Изд-во АН СССР, 1949. – 279 с.

26. Гиляров, М.С. Определитель обитающих в почве личинок насекомых [Текст] / М.С. Гиляров. – М.: Наука, 1964. – 920 с.

27. Гиляров, М.С. Зоологический метод диагностики почв [Текст] / М.С. Гиляров. – М.: Наука, 1965. – 276 с.

28. Гиляров, М.С. Почвенные беспозвоночные в составе сообществ умеренного пояса [Текст] / М.С. Гиляров, Ю.И. Чернов // Ресурсы биосферы. – Л., 1975. – Вып. 1 – С. 218-240.

29. Гиляров, М.С. Методы почвенно-зоологических исследований [Текст] / М.С. Гиляров. – М.: Наука, 1975. – 280 с.

30. Гиляров, М.С. Почвенные беспозвоночные как индикаторы почвенного режима и его изменений под влиянием антропогенных факторов [Текст] / М.С. Гиляров // Биоиндикация состояния окружающей среды Москвы и Подмосковья. – М., 1982. – С.8-11.

31. Гиляров, М.С. Почвенные беспозвоночные Московской области [Текст] / М.С. Гиляров. – М.: Наука, 1982. – 240 с.

32. Гиляров, М.С. Жизнь в почве [Текст] / М.С. Гиляров, Д.А. Криволуцкий. – М.: Молодая гвардия, 1985. – 192 с.

33. Гонгальский, К.Б. Почвенные беспозвоночные как биоиндикаторы промышленного воздействия в лесных экосистемах Центра Европейской

России [Текст]: автореф. дис. … канд. биол. наук. / К.Б. Гонгальский. – М., 2004. – 21с.

34. Горлова О.П. Почвенные беспозвоночные Красноярска и его окрестностей [Электронный ресурс]: дис. … канд. биол. наук / О.П. Горлова. – Красноярск, 2000. – 132 с. – Режим доступа: http://www.dissercat.com/content/pochvennye-bespozvonochnye-krasnoyarska-i-ego-okrestnostei – Загл. с экрана – Дата обращения – 29.01.2014.

35. Горшков, В.В. Послепожарное восстановление сосновых лесов Европейского Севера [Электронный ресурс]: дис. … д-ра. биол. наук / В.В. Горшков. – Санкт-Петербург, 2001. – 480 с. – Режим доступа: http://www.dissercat.com/content/poslepozharnoe-vosstanovlenie-sosnovykh-lesov-evropeiskogo-severa – Загл. с экрана – Дата обращения – 09.10.2012.

36. Государственные доклады «О состоянии окружающей природной среды Брянской области в 2007-2011 годах» [Текст] / Ком. природопользования и охраны окр. среды, лицензирования отд. видов деятельности Брян. обл.; сост.: А. Ахременко, А.В. Городков, Г.В. Левкина, О.А. Фильченкова, А.И.Сахаров. – Брянск, 2008-2012.

37. Государственный доклад «О состоянии окружающей среды Брянской области в 2012 году» [Текст] / Департамент природ. ресурсов и экологии Брян. обл.; сост.: Е.Ф. Ситникова, О.В. Екимова, О.Н. Новикова, – Брянск, 2013. – 244 с.

38. Грюнталь, С. Ю. Организация сообществ жужелиц (Coleoptera, Carabidae) лесов Восточно-Европейской (Русской) равнины [Электронный ресурс]: дис. … д-ра. биол. наук / С. Ю. Грюнталь. – М., 2010. – 377 с. – Режим доступа: http://dibase.ru/article/11102010_gruntalsu/1 – Загл. с экрана. – Дата обращения – 03.02.2013.

39. Демаков, Ю.П. Постпирогенная динамика ксилофильного энтомокомплекса в сосновых лесах Марийского полесья [Текст] / Ю.П. Демаков // Науч. тр. гос. природ. заповедника «Большая Кокшага».– Йошкар-Ола: Мар. гос. ун-т, 2007. – Вып. 2. – С.248-302.

40. Дмитриев, Г.В. О формировании энтомофауны биотопов культурного садово-паркового ландшафта [Текст] / Г.В. Дмитриев // IV съезд Всесоюз. энтомологич. о-ва. Ленинград. – М. – Л., 1959 – Ч. 2. – С. 115–117.

41. Дмитриенко, В. К.Особенности распределения педобионтов в таежных биоценозах нижнего Приангарья [Текст] / В.К. Дмитриенко, Л.В. Сухинина // Биоценотические группировки таежных животных. – Красноярск, 1978. – С. 5-30.

42. Доклад о состоянии природных ресурсов и охране окружающей среды на территории Калужской области в 2008 году [Текст] / Пр-во Калуж. обл., М-во природ. ресурсов Калуж. обл., М-во экол. и благоустройства Калуж. обл. – Калуга, 2009. – 182 с.

43. Доклад о состоянии природных ресурсов и охране окружающей среды на территории Калужской области в 2010 году [Текст]. – Калуга: Манускрипт, 2011. – 195 с.

44. Доклад о состоянии природных ресурсов и охране окружающей среды на территории Калужской области в 2012 году [Текст] / Правительство Калуж. обл., М-во природ. ресурсов, экол. и благоустройства Калуж. обл. – Калуга, 2013. – 218 с.

45. Долгин, М.М. Динамика численности почвенной мезофауны в среднетаежных лесах республики Коми [Текст] / М.М. Долгин, А.А. Колесникова, Т.Н.Конакова // Вестн. Север. (Арктич.) федерал. ун-та. Сер.: Естеств. науки. – 2012. – №4. – С. 61-68.

46. Дорджиева, О.Д. Структура населения мезопедобионтов Селенгинского среднегорья [Электронный ресурс]: дис. … канд. биол. наук. / О.Д Дорджиева. – Улан-Удэ, 2002. – 106 с. – Режим доступа: http://www.dissercat.com/content/struktura-naseleniya-mezopedobiontov-selenginskogo-srednegorya – Загл. с экрана. – Дата обращения – 14.02.2013.

47. Дорохов, К.В. Влияние пожаров на видовую структуру и проективное покрытие живого напочвенного покрова как кормовой базы почвен-

ной мезофауны [Текст] / К.В. Дорохов // Актуал. вопр. развития науки: сб. ст. междунар. науч.-практич. конф. – Уфа: РИЦ БашГУ, 2014. – Ч. 5. – С. 85-92.

48. Дорохов, К.В. Влияние пожаров на санитарное состояние древостоев как фактора в динамике численности почвенной мезофауны [Электронный ресурс] / К.В. Дорохов // Лесное хоз-во – 2013. Актуал. проблемы и пути их решения: сб. ст. междунар. науч.-практ. конф. / Нижегород. гос. с.-х. акад. – Электрон. текст. дан. – Н. Новгород, 2014. – С. 120-125. – режим доступа: https://yadi.sk/d/ORENLa4wF4P3P

49. Дорохов, К.В. Динамика почвенной мезофауны сосняков при воздействии низовых пожаров разной давности и интенсивности [Текст] / К.В. Дорохов // Инновац. наука и современное общество: сб. ст. междунар. науч.-практич. конф. – Уфа: РИЦ БашГУ, 2013. – Ч. 2. – С. 20-23.

50. Дорохов, К.В. Влияние антропогенных воздействий на динамику трофической структуры и плотности мезофауны [Текст] / К.В. Дорохов, В.П. Шелухо // Вестн. Моск. гос. ун-та леса – Лесной вестн. – 2014. – Т. 18, вып. 4. – С. 103-111.

51. Дорохов, К.В. Комплексное влияние пожаров на структуру и численность почвенной мезофауны [Текст] / К.В. Дорохов // Актуал. проблемы системы лесоупр., лесопользования, ландшафт. архитектуры: материалы междунар. науч.-практич. конф. – Брянск: БГИТА, 2014. – С. 40-43.

52. Дорохов, К.В. Изменение видового состава и популяционной структуры почвенной мезофауны в результате низовых пожаров и рубок леса [Текст] / К.В. Дорохов, В.П. Шелухо // Вестн. Поволжск. гос. технич. ун-та. Сер. «Лес. Экология. Природопользование». – 2014. – №4(24). – С.31-47.

53. Дымова, Т.В. Особенности восстановления растительного покрова после пожара у подножий бугра Бэра, расположенного на территории Приволжского района Астраханской области [Текст] / Т.В. Дымова // Альманах соврем. науки и образования. – Тамбов, 2008. – №11 (18). – С. 57-58.

54. Единая межведомственная информационно-статистическая система [Электронный ресурс] – Режим доступа:

http://www.fedstat.ru/indicators/start.do – Загл. с экрана. – Дата обращения – 25.08.2014.

55. Емец, В. М. Численность наземных беспозвоночных (эпигеобионтная мезофауна). 1994, 1995 гг. [Электронный ресурс] / В.М. Емец. // Рефераты науч. работ в заповедниках и национ. парках – Режим доступа: http://biodat.ru/db/oopt/ref/ref.php?src=2&num=506&key=%D7%E8%F1 – Загл. с экрана – Дата обращения – 01.12.2012.

56. Емец, В. М. Численность наземных беспозвоночных (эпигеобионтная мезофауна).1996, 1997 гг. [Электронный ресурс] / В.М. Емец. // Рефераты науч. работ в заповедниках и национ. парках – Режим доступа: http://biodat.ru/db/oopt/ref/ref.php?src=2&num=1152&key=%D7%E8%F1%EB%E5% – Загл. с экрана – Дата обращения – 01.12.2012.

57. Емец, В. М. Численность наземных беспозвоночных. Эпигеобионтные беспозвоночные – крупные беспозвоночные подстилки и поверхностного слоя почвы 1992, 1993 гг. [Электронный ресурс] / В.М. Емец. // Рефераты науч. работ в заповедниках и национ. парках – Режим доступа: http://www.biodat.ru/db/oopt/ref/ref.php?src=2&num=77&key=%EB%E5%F1 – Загл. с экрана – Дата обращения – 01.12.2012.

58. Жуки (Coleoptera) и колеоптерологи [Электронный ресурс]: разработка и поддержка Зоологического института РАН – Режим доступа: http://www.zin.ru/animalia/coleoptera/rus/index.html – Загл. с экрана. – Дата обращения – 11.05.2014.

59. Зейферт, Д.В. Использование почвенной мезофауны в экологическом мониторинге состояния окружающей среды [Текст] / Д.В. Зейферт // Проблемы почвен. зоологии: материалы XVI всеросс. совещ. по почвен. зоологии. – М., 2011. – 153 с.

60. Зейферт, Д.В. Научные основы биоэкологического мониторинга антропогенных воздействий при разных видах хозяйственной деятельности на примере территории южной промышленной зоны Башкортостана [Электронный ресурс]: автореф. дис. … д-ра биол. наук / Д.В. Зейферт. – М., 2011.

– Режим доступа: http://www.pandia.ru/144092/ – Загл. с экрана. – Дата обращения – 20.01.2013.

61. Ибрагимов, А. К. Население почвенно-подстилочных беспозвоночных как индикатор критического состояния в деградирующих лесных экосистемах [Текст] / А. К. Ибрагимов, Г. А. Ануфриев // Біологія – Вісник Дніпропетровського університету: екологія – 2005. – №13. – Т. 2. – С. 108-113.

62. Иванов, В.А. Справочник по тушению лесных пожаров [Текст] / В.А. Иванов, Г.А. Иванова, С.А. Москальченко. – Красноярск, 2011. – 130 с.

63. Иванов, В.П. Почвенная мезофауна в системе экологического мониторинга лесных и луговых биогеоценозов в районе расположения ОУХО Брянской области [Текст] / В.П. Иванов, Г.А. Кистерный, Д.М. Паничева // Актуал. проблемы лесного комплекса: сб. науч. тр. / Брян. гос. инженер.-технол. акад. – Брянск, 2008. – Ч. 1. – С. 109-112.

64. Ильинский, А.И. Определитель яйцекладок личинок и куколок насекомых, вредных в лесном хозяйстве [Текст] / А.И. Ильинский. – М.-Л.: Гос. лесотехнич. изд-во, 1948. – 337 с.

65. Кистерный, Г.А. Трансформация комплексов почвенной мезофауны при рекреационных нагрузках в сосняках Опытного отдела УОЛ БГИТА [Текст] / Г.А. Кистерный, К.В. Дорохов // Леса Евразии – Брянский лес: Материалы XI Междунар. конф. молодых учен. – М.: ГОУ ВПО МГУЛ, 2011. – С. 196-197.

66. Козулько, Г.А. Почвенные беспозвоночные лесов Беловежской пущи: состав, плотность, зоомасса и распределение [Электронный ресурс] / Г.А. Козулько, Т.Н. Козулько // Сохранение биологич. разнообразия лесов Беловеж. пущи – Минск, 1996. – С. 161-182. – Режим доступа: http://bp21.org.by/ru/books/gef_bp16.html – Загл. с экрана – Дата обращения – 13.06.2013.

67. Колесникова, А.А. Герпетобионтные жесткокрылые (Carabidae, Staphylinidae) Приполярного Урала [Текст] / А.А. Колесникова, Т.Н. Конако-

ва // Биоразнообразие, проблемы экологии Горного Алтая и сопредельных регионов: настоящее, прошлое, будущее: материалы междунар. конф. – Горно-Алтайск, 2010. – С. 49-52.

68. Количественные методы в почвенной зоологии [Текст] / Ю.Б. Бызова и [др.]. – М.: Наука, 1987. – 288 с.

69. Красная книга Калужской области [Текст] / Алексанов В.В. и [др.]. – Калуга.: Золотая аллея, 2006. – 608 с.

70. Краснощекова, Е.Н. Трансформация комплексов почвенных беспозвоночных под воздействием пожаров в среднетаежных сосняках Енисейской равнины [Электронный ресурс]: дис. … канд. биол. наук / Е. Н. Краснощекова. – Красноярск, 2009. – 178 с. – Режим доступа: http://www.dissercat.com/content/transformatsiya-kompleksov-pochvennykh-bespozvonochnykh-pod-vozdeistviem-pozharov-v-sredneta – Загл. с экрана – Дата обращения – 13.02.2013.

71. Крыжановский, О.Л. Опыт ревизии системы семейства жужелиц (Coleoptera, Carabidae) [Текст] / О.Л. Крыжановский // Энтомол. обозр. – Л., 1976 – Т. 55, вып.1. – С. 80-91.

72. Курнаев, С.Ф. Лесорастительное районировании СССР [Текст] / С.Ф. Курнаев. – М.: Наука, 1973. – 203 с.

73. Курненкова, И.П. Реабилитация постпирогенных лесных территорий Нижегородской области [Текст] / И.П. Курненкова, Н.Н. Гаврицкова, Н.Н. Попова // Лесное хоз-во – 2013. Актуал. проблемы и пути их решения: сб. ст. междунар. науч.-практич. конф. – Н. Новгород: НГСХА, 2014. – С. 183-187.

74. Курчева, Г.Ф. Роль почвенных животных в разложении и гумификации растительных остатков [Текст] / Г.Ф. Курчева. – М.: Наука, 1971. – 201 с.

75. Лавров, М.Т. Фауна лесных почв и пути ее регулирования [Текст] / М.Т. Лавров. – М.: Лесная пром-сть, 1968. – 132 с.

76. Лакин, Г.Ф. Биометрия: учеб. пособие для биологич. спец. вузов. [Текст] / Г.Ф. Лакин. – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Высш. школа, 1980. – 293 с.

77. Лавров, М.Т. Влияние рекреационных нагрузок на почвенно-зоологические комплексы мезофауны сосновых биогеоценозов и экосистем [Текст] / М.Т. Лавров // Проблемы почвен. зоологии: тез. докл. – Киев, 1981. – С. 117.

78. Лесной план Брянской области [Текст] / Брян. гос. инженер.-технол. акад. – Брянск, 2010 – 569 с.

79. Лесной план Калужской области [Текст] / ООО «Ясень» – Калуга, 2010 – Т.1, 292 с.

80. Лысиков, А.Б. Изменения почвенно-экологических условий в лесных биогеоценозах под влиянием рекреации [Электронный ресурс] / А.Б. Лысиков // Материалы VII Междунар. науч.-технич. конф. «Лес-2006». – Брян. гос. инженер.-технол. акад., 2006. – Режим доступа: http://science-bsea.bgita.ru/2006/les_2006/lysikov_izmenenie.htm – Загл. с экрана – Дата обращения – 13.05.2012.

81. Лысиков, А.Б. Рекреационная динамика почвенно-экологических показателей в городских лесных насаждениях [Текст] / А.Б. Лысиков // Город. Лес. Отдых. Рекреационное использование лесов на урбанизированных территориях: материалы науч. конф. – М., 2009. – С. 43.

82. Маевский, П.Ф. Флора средней полосы европейской части России [Текст] / П.Ф. Маевский. – М.: Товарищество научных изданий КМК, 2006. – 600 с.

83. Мамаев, Б.М. Определитель насекомых по личинкам [Текст] / Б.М. Мамаев. – М.: Просвещение, 1972. – 414 с.

84. Маркелова, А. А. Оценка влияния лесных пожаров на состояние лесных массивов Самарской области [Электронный ресурс] / А. А. Маркелова // Материалы XIII Междунар. науч.-технич. конф. «Лес-2012». – Брян. гос. инженер.-технол. акад., 2012. – Режим доступа: http://science-

bsea.bgita.ru/2012/les_2012/markelova_ocenka.htm. – Загл. с экрана – Дата обращения – 03.07.2013.

85. Матвеев, В.А. Почвенная мезофауна сложных ельников и ее изменение при рубке леса и смене пород [Текст] / В.А. Матвеев // Науч. тр. гос. природ. заповедника «Большая Кокшага». – Йошкар-Ола: Мар. гос. ун-т, 2011. – Вып. 5. – С. 208-235.

86. Международный год изучения биоразнообразия (IBOY): насекомые лесных экосистем Приморского края [Текст] / С.Ю. Стороженко и [др.] // Чтения памяти А.И. Куренцова. – Владивосток, 2003. – Вып. 13. – С. 31–52.

87. Мелехов, И.С. Лесоведение [Текст]: учебник для вузов / И.С. Мелехов. – М.: Лесн. пром-ть, 1980. – 408 с.

88. Мелехов, И.С. Лесная пирология [Текст]: учеб. пособие / И.С. Мелехов, С.И. Душа-Гудым, Е.П. Сергеева. – М.: МГУЛ, 2007. – 296 с.

89. Методические указания к лабораторным занятиям для студентов лесохозяйственного факультета специальностей: лесное хозяйство, садово-парковое и ландшафтное строительство. Контроль и управление состоянием окружающей среды [Текст] / сост. В.П. Шелухо, А.М. Бердов. – Брянск, 2010. – 42 с.

90. Мишустин, Е.Н. Почвенные организмы как компоненты биогеоценоза [Текст] / Е.Н. Мишустин. – М.: Наука, 1984. – 243 с.

91. Мозолевская, Е.Г. Методы лесопатологического обследования очагов стволовых вредителей и болезней [Текст] / Е.Г. Мозолевская, О.А. Катаев, Э.С. Соколова. – М.: Лесн. пром-сть, 1984. – 152 с.

92. Мордкович, В.Г. Состав и почвообразующая роль мезофауны таежных почв приенисейской части Западно-Сибирской низменности [Текст] / В.Г. Мордкович, В.М. Корсунов // Изв. Сиб. отд. АН СССР. Сер. Биол. – 1983. – Вып. 2. — С. 91–95.

93. Мордкович, В.Г. Проблема лесных пожаров и пирогенных сукцессий сообществ почвенных членистоногих в Сибири [Текст] / В.Г. Морд-

кович, И. И. Любечанский, О.Г. Березина // Сибир. экол. журн. – 2007. – №2. – С. 169-181.

94. Об утверждении Перечня лесорастительных зон Российской Федерации и Перечня лесных районов Российской Федерации [Электронный ресурс]: Приказ Министерства природных ресурсов и экологии РФ от 18 августа 2014 г. №367. – Режим доступа: http://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/70657662/#review – Загл. с экрана – Дата обращения – 24.12.2014.

95. Об утверждении правил санитарной безопасности в лесах [Электронный ресурс]: Постановление Правительства РФ от 29.06. 2007 г. №414 – Режим доступа: http: //www.rosleshoz.gov.ru/docs/enactions/3 – Загл. с экрана – Дата обращения – 5.12.2011.

96. Обзоры санитарного и лесопатологического состояния лесов Брянской области за 2010-2013 годы и прогнозы лесопатологической ситуации на 2011-2014 годы [Текст] / Отд. защиты леса и лесопатол. мониторинга фил. Федер. гос. учреждения «Рос. центр защиты леса» – «Центр защиты леса Калуж. обл.». – ред. С.В. Тимошенко. – Брянск, 2011-2014.

97. Обзоры санитарного и лесопатологического состояния лесов Калужской области за 2010-2011 годы и прогнозы лесопатологической ситуации на 2011-2012 годы [Текст] / Отд. защиты леса и лесопатол. мониторинга фил. Федер. гос. учреждения «Росс. центр защиты леса» – «Центр защиты леса Калуж. обл.». – ред. Г.П. Рыженкова. – Калуга, 2011-2012.

98. Обзоры санитарного и лесопатологического состояния лесов Калужской области за 2012-2013 годы и прогнозы лесопатологической ситуации на 2013-2014 годы [Текст] / Отд. защиты леса и лесопатол. мониторинга фил. Федер. гос. учреждения «Рос. центр защиты леса» – «Центр защиты леса Калуж. обл.». – ред. Д.А. Апаршин. – Калуга, 2013-2014.

99. Об утверждении положения о порядке ведения Красной книги Брянской области [Электронный ресурс]: Постановление Администрации Брянской области от 10 июня 2003 №253 – Режим доступа:

http://lawru.info/dok/2003/06/10/n532325.htm – Загл. с экрана – Дата обращения – 13.04.2012.

100. Об утверждении Правил заготовки древесины [Электронный ресурс]: Приказ Рослесхоза от 1 августа 2011 г. №337 – Режим доступа: http://www.rosleshoz.gov.ru/docs/leshoz/179 – Загл. с экрана – Дата обращения – 21.01.2012.

101. Одум, Е. Экология / Е. Одум. – М.: Мир, 1968. – 152 с.

102. Определитель насекомых Европейской части СССР в пяти томах. Низшие, древнекрылые, с неполным превращением [Текст] / под ред. Г.Я. Бей-Биенко. – М.-Л.: Наука, 1964. – Т.1. – 937 с.

103. Определитель насекомых Европейской части СССР в пяти томах. Жесткокрылые и веерокрылые [Текст] / под ред. Г.Я. Бей-Биенко. – М.-Л.: Наука, 1965. – Т.2. – 668 с.

104. Основы политики Российской Федерации в области развития науки и технологий на период до 2010 года и дальнейшую перспективу [Электронный ресурс]: утв. Президентом РФ 30 марта 2002 г. Пр-576 – Режим доступа: http://ris.extech.ru/policy/policy_basis.php – Загл. с экрана. – Дата обращения – 02.02.2015.

105. ОСТ 56-100-95. Методы и единицы измерения рекреационных нагрузок на лесные природные комплексы [Электронный ресурс]: Введ. 09.01.95. Всерос. НИИ лесоводства и механизации лесного хоз-ва. – Режим доступа: http://jurbase.ru/texts/sector154/tez54810.htm – Загл. с экрана. – Дата обращения – 25.12.2011.

106. ОСТ 56-69-83. Площади пробные лесоустроительные. Метод закладки. [Текст]. – Введ. 01.01.84. – М.: Типография ЦБГИП, 1983. – 60 с.

107. Отчет международного исследовательского проекта Millennium Ecosystem Assessment [Электронный ресурс]: «Ecosystems and human well-being: Current State and Trends». – 2010. – Volume 1. – Режим доступа:

http://www.millenniumassessment.org/ru/Condition.html – Загл. с экрана. – Дата обращения – 13.02.2014.

108. Пахомов, А.Е. Формирование почвенной мезофауны под воздействием роющих млекопитающихв Байрачных дубравах Присамарья [Текст] / А.Е. Пахомов // Вестн. зоологии. – 2003. – Т. 37, №1. – С.42.

109. Перель, Т. С. Комплексы почвенных беспозвоночных в сложных сосняках различных типов [Текст] / Т.С. Перель // Педобиология, 1962. – Т. 1, №3. – С. 174-188.

110. Перель, Т.С. Роль дождевых червей (Lumbricidae) в разложении растительного опада в зоне смешанных лесов [Текст] / Т.С. Перель // Проблемы почвенной зоологии. – Минск, 1978. – С. 180-181.

111. Перепечина, Ю.И. Степень повреждения насаждений лесными пожарами в Курганской области [Текст] / Ю.И Перепечина // Лесное хоз-во – 2013. Актуал. проблемы и пути их решения: сб. ст. междунар. науч.-практич. конф. – Н. Новгород: НГСХА, 2014. – С. 228-231.

112. Плавильщиков, Н.Н. Определитель насекомых: краткий определитель наиболее распространенных насекомых европейской части России [Текст] / Н.Н. Плавильщиков. – М.: Топикал, 1994. – 544 с.

113. Пономарев, Ю.И. О лесорастительных свойствах песчаных гарей и вырубок Марийской АССР [Текст] / Ю. И. Пономарев // Сб. тр. Поволж. ЛТИ. – Самара, 1965. – №57. – С. 64-76.

114. Попова, Э.П. Влияние низовых пожаров на свойства лесных почв Приангарья [Текст] / Э. П. Попова // Охрана лесных ресурсов Сибири. – Красноярск, 1975. – С. 166-178.

115. Почвенные членистоногие послепожарных сукцессий северной тайги Западной Сибири [Текст] / В.Г. Мордкович и [др.] // Сибир. экологич. журн. – 2006. – №4. – С. 429-437.

116. Природные ресурсы и окружающая среда субъектов Российской Федерации. Центральный федеральный округ: Брянская область [Текст] / под

ред. Н.Г Рыбальского, Е.Д. Самотесова, А.Г. Митюкова. – М.: НИА–Природа, 2007. – 1144 с.

117. Пространственная экология почвенных животных [Текст] / К.Б. Покаржевский, А.Д. Гонгальский, А.С. Зайцев, Ф.А. Савин. – М: Товарищество науч. изданий КМК, 2007. – 174 с.

118. Реймерс, Н.Ф. Природопользование: словарь-справочник [Текст] / Н.Ф. Реймерс. – М.: Мысль, 1990. – 637 с.

119. Рокицкий, П.Ф. Биологическая статистика [Текст] / П.Ф. Рокицкий. – Минск: Вышейш. шк., 1973. – 320 с.

120. Рубцов, В.В. Анализ взаимодействия листогрызущих насекомых с дубом [Текст] / В.В. Рубцов, Н.Н. Рубцова. – М.: Наука, 1984. – 182 с.

121. Рубцов, В.В. Влияние дефолиации крон дуба на ростовую активность поглощающих корней [Текст] / В.В. Рубцов, В.В. Рубцов, И.А. Уткина // Лесоведение. – 2001. №5. – С.43-49.

122. Руководство по планированию, организации и ведению лесопатологических обследований [Электронный ресурс]: приложение 3 к приказу Рослесхоза от 29 декабря 2007 №523.– http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_129394/?frame=29 – Загл. с экрана – Дата обращения – 20.01.2012.

123. Руководство по проведению санитарно-оздоровительных мероприятий [Электронный ресурс]: Приложение 2 к Приказу Рослесхоза от 29 декабря 2007 г. N 523. – Режим доступа: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_129394/?frame=24 – Загл. с экрана – Дата обращения – 24.01.2012.

124. Рыбалов Л.Б. Динамика состава и трофической структуры почвенных беспозвоночных в сукцессионных экогенетических рядах [Текст] / Л.Б. Рыбалов // Особенности животного населения почв Московской обл. М.: Наука, 1994. – С. 19-44.

125. Санников, С.Н. Лесные пожары как эволюционно-экологический фактор возобновления популяций сосны в Зауралье [Текст] / С.Н. Санников // Горение и пожары в лесу. – Красноярск, 1973. – С. 236-277.

126. Сахневич, М.Б. Влияние постпирогенных сукцессий на состояние сосновых насаждений прителецкой части Алтайского заповедника [Текст] / М.Б. Сахневич // Биоразнообразие, проблемы экологии Горного Алтая и сопредельн. регионов: настоящее, прошлое, будущее: материалы II Междунар. конф. – Горно-Алтайск, 2010. – С. 126-129.

127. Середюк, С.Д. Структура почвенной мезофауны в урбоценозах [текст] / С.Д. Середюк // Урбоэкосистемы: проблемы и перспективы развития: материалы V науч.-практич. конф. – Ишим, 2010. – Вып 5. – С. 165-167.

128. Сизова, М.Г. Сообщества почвенной мезофауны в лесопарковых и парковых зонах Ростова-на-Дону [Текст] / М.Г. Сизова, Т.А. Чернявская, А.П. Евсюков // Проблемы почвенной зоологии: материалы XVI всерос. совещания по почвен. зоологии. – М., 2011. – 153 с.

129. Соколов, Г.П. Влияние антропогенных факторов на численность мезофауны отряда жесткокрылых и двукрылых юга Приморского края [Текст] / Г.П. Соколов // Изм. растит. и живот. мира под влиянием хоз. деятельности в условиях Дальнего Востока. – Хабаровск, 1988. – С. 112–114.

130. Соколова, Т.Л. Почвенная мезофауна как объект рекреационных нагрузок [Текст] // «Materialy IV mezinarodni vedecko – prakticka conference «Efektivni nastroje modernich – ved – 2008». – Praha: Publishing House «Education and Science» s. r. o., 2008. – P. 27 – 30.

131. Соколова, Т.Л. Соотношение трофических групп почвенной мезофауны как показатель состояния почв [Текст] / Т.Л Соколова // Вест. МГОУ. Естествен. науки. – 2009. – №3. – С. 57-59.

132. Стебаев, И.В. Развитие комплекса почвообитающих насекомых и других беспозвоночных в ходе первичного почвообразовательного процесса [Текст] / И.В.Стебаев // IV съезд Всесоюз. энтомол. о-ва. – М. – Л., 1959. – Ч. 1. – С. 167–169.

133. Стриганова, Б.Р. Животное население почв бореальных лесов Западно-Сибирской равнины [Текст] / Б.Р. Стриганова, Н.М. Порядина. – М.: Товарищество научных изданий КМК, 2005. – 234 с.

134. Терехов, Г.Г. Влияние прочистки на динамику и структуру нижних ярусов растительности в еловых культурценозах на Среднем Урале [Текст] / Г.Г. Терехов, Н.А. Луганский // Изв. вузов. Лесной журн. – 2010. – №5 – С. 43.

135. Тимошкина, О. А. Влияние вырубок и контролируемого выжигания порубочных остатков на сообщества животных (на примере мелких млекопитающих и птиц Восточного Саяна) [Электронный ресурс]: автореф. дис. … канд. биол. наук / О. А. Тимошкина. – Красноярск, 2004. – Режим доступа: http://earthpapers.net/vliyanie-vyrubok-i-kontroliruemogo-vyzhiganiya-porubochnyh-ostatkov-na-soobschestva-zhivotnyh – Загл. с экрана. – Дата обращения: 12.07.2014.

136. Титков, А.С. Почвенная мезофауна разновозрастных сосняков-горельников левобережья реки Унжи [Электронный ресурс] / А.С. Титков, Е.А. Пономаренко // Вест. ВООП 1997. – Вып. 3. – Режим доступа: http://www.ecosystema.ru/voop/works/v03_03.htm – Загл. с экрана. – Дата обращения – 15.02.2013.

137. Тихомирова, А.Л. Учет напочвенных беспозвоночных [Текст] / А.Л. Тихомирова // Методы почвенно-зоол. исслед. – М.: Наука, 1975. – С. 73–85.

138. Тихонов, А. С. Брянский лесной массив [Текст] / А. С. Тихонов. – Брянск, 2001. – 312 с.

139. Тихонов, А. С. Лесоведение [Текст]: учебное пособие для студентов вузов / А.С. Тихонов. – Калуга: Облиздат, 2011. – 332 с.

140. Ткаченко, М.Е. Общее лесоводство [Текст] / М.Е. Ткаченко. – Ленинград, 1952 – 600 с.

141. Трутнев, А.Г. Влияние обжига на изменение свойств почвы [Текст] / А.Г. Трутнев, В.И. Былинкина // Почвоведение. – М. – 1951. – №4. С. 124-127.

142. Управляемый огонь на вырубках в темнохвойных лесах [Текст] / Э.Н. Валендик и [др.]. – Новосибирск: СО РАН, – 2000. – 212 с.

143. Усеня В.В. Лесные пожары, последствия и борьба с ними [Текст] / В.В. Усеня. – Гомель: ИЛ НАН Беларуси, 2002. – 206 с.

144. Фасулати, К.К. Полевое изучение наземных беспозвоночных [Текст]: учеб. пособие для университетов / К.К. Фасулати. – М.: Высш. школа, 1971. – 424 с.

145. Фирсова, В.П. Влияние рубок леса и огневой очистки лесосек на содержание и динамику воднорастворимых веществ в дерново-подзолистых почвах Зауралья [Текст] / В. П. Фирсова // Почвоведение. – 1965. – №9. – С. 111-118.

146. Фуряев, В.В. Изучение послепожарной динамики лесов на ландшафтной основе [Текст] / В.В. Фуряев, Д.М. Киреев. – Новосибирск: Наука, 1979. – 160 с.

147. Фуряев, В.В. Роль пожаров в процессе лесообразования [Текст] / В.В, Фуряев. – Новосибирск: Наука; Сибир. издат. фирма РАН, 1996. – 253 с.

148. Хабибуллина, Н.Р. Сообщества почвенной мезофауны агроценозов западной части Республики Татарстан [Электронный ресурс]: дис. … канд. биол. наук / Н.Р. Хабибуллина. – Казань, 2012. – 174 с. – Режим доступа: http://www.dissercat.com/content/soobshchestva-pochvennoi-mezofauny-agrotsenozov-zapadnoi-chasti-respubliki-tatarstan – Загл. с экрана – Дата обращения – 29.01.2014.

149. Холин, С.К. Жуки-мертвоеды (Coleoptera, Silphidae, Silphinae) в лесных формациях центрального Приморья [Текст] / С.К. Холин // VII Арсеньевс. чтения. – Уссурийск: Уссур. гос. педагогич. ин-т, 1993. – С. 44–46.

150. Цветков, П.А. Эдафические условия и лесовосстановление после пожаров в лиственничниках Эвенкии [Текст] / П.А. Цветков, Н.Д. Сорокин, С.Г. Прокушкин // Лесоведение. – 2001. – №2. – С. 16-21.

151. Черепанов, А.И. Проволочники Западной Сибири: определитель. / А.И. Черепанов. – М.: Наука, 1965. – 192 с.

152. Чумаков, Л.С. Почвенная фауна болотных сосняков Березинского государственного биосферного заповедника [Электронный ресурс] / Л.С. Чумаков // Беловеж. пуща на рубеже третьего тысячелетия: материалы науч.-практ. конф., посвящен. 60-летию со дня образования гос. заповедника «Беловежская пуща». – Минск, 1999. – С. 405-406. – Режим доступа: http://bp21.org.by/ru/books/celeb192.html. – Загл. с экрана – Дата обращения – 20.01.2013.

153. Шабалин, С.А. Особенности стациального распределения жуков рода Carabus L., (Coleoptera, Carabidae) в северной части Южного Сихотэ-Алиня [Текст] / С.А. Шабалин // Чтения памяти А.И. Куренцова. – Владивосток, 2008. – Вып. 19. – С. 84–90.

154. Шарова, И.Х. Жизненные формы жужелиц (Coleoptera, Carabidae) [Текст] / И.Х. Шарова. – М.: Наука, 1981. – 360 с.

155. Шарыгин А.М. Анализ послепожарной динамики растительности сосняков [Электронный ресурс] / А.М. Шарыгин. – Материалы междунар. начно-технич. конф. «Лес-2006». – Брян. гос. инженер.-технол. акад., 2006. – Режим доступа: http://science-bsea.bgita.ru/2006/les_2006/sharygin_analiz.htm – Загл. с экрана – Дата обращения – 29.08.2012.

156. Шашков, М.П. Фауна и население дождевых червей старовозрастных лесов Калужской области [Текст] / М.П. Шашков // Проблемы почвенной зоологии: материалы XVI всерос. совещ. по почвен. зоологии. – М.: Товарищество науч. изд. КМК, 2011. – 153 с.

157. Шелухо, В.П. Индикация воздействия на лесную среду объекта хранения химического оружия «Долина» методами зоологической диагно-

стики [Текст] / В.П. Шелухо, Г.А. Кистерный // Вест. МАНЭБ. Регионал. вып. – 2002. – Т. 7, №5(53). – С. 65-69.

158. Шелухо, В.П. Развитие экологических исследований фауны беспозвоночных в Брянском лесном массиве [Текст] / В.П. Шелухо, М.Т. Лавров // Изв. вузов. Лес. журн. – 1997. – №1-2. – С. 25-29.

159. Шиперович, В.Я. Почвенная фауна в различных типах леса [Текст] / В.Я. Шиперович // Зоол. журн. – 1937. – Т. 6. – С. 301-310.

160. Юркина, Е.В. Состав и функционально-биоценотическая структура энтомофауны в сосняках при разной степени их антропогенной нарушенности [Текст] / Е.В. Юркина // Изв. вузов. Лесной журн. – 2007. – №4 – С. 25-30.

161. Xiao-Dong Y. Влияние лесоводственных приёмов и фрагментации лесов на разнообразие жуков и стратегии охраны природы [Текст] / Y. Xiao-Dong, L. Tian-Hong, Z. Hong-Zhang // Kunchong xuebao = Acta entomol. sin. – Реф.: Лесоведение и лесоводство: реф. журн. / ВИНИТИ. – 2009. – №6. – С. 20.

162. Abbott, I. Changes in the abundance and activity of certain soil and litter fauna in the jarrah forest of Western Australia after a moderate intensity fire [Текст] / I. Abbott. // Australian Journal of Soil Research – 1984. – №22, Vol. – 4. P. 463-469.

163. Athias-Binche, F. Study of the ecological influence of fire on fauna in Mediterranean ecosystems (soil and above ground layer). Patterns of post-fire recovery [Текст] / F. Athias-Binche, J. Briard, R. Fons, F. Sommer // Ecología Mediterránea. – 1987. – №13. – P. 135–153.

164. Beaudry, S. Short-term effects of three forestry practices on carabid assemblages in a jack pine forest [Текст] / S. Beaudry, L.C. Duchesne, B. Cote / Canadian Journal of Forestry Research. – 1997. – Vol. 27(12). – P. 2065-2071.

165. Certini, G. Effects of fire on properties of forest soils: a review [Текст] / G. Certini // Oecologia. – 2005. – P. 1–10.

166. Malmström, A. Effects of wildfire and prescribed burning on soil fauna in boreal coniferous forests: doctoral thesis [Текст]/A. Malmström // Uppsalla: Swedish University of Agricultural Sciences, 2006. – 35 p.

167. Moretti, M. The effects of wildfire on ground-active spiders in deciduous forests on the Swiss southern slope of the Alps [Текст] / M. Moretti et all. // Journal of Applied Ecology. – 2002. – Vol. 39, №2. – P. 321-336.

168. Muona, J. The short-term impact of fire on the beetle fauna in boreal coniferous forest [Текст] / J. Muona, I. Rutanen. // Annales Zoologici Fennici – 1994. – №31, Vol. 1. – P. 109-121.

169. Smith, J. Wildland fire in ecosystems: effects of fire on fauna. [Текст] / J. Smith ed. // Ogden, UT: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Rocky Mountain Research Station. – Gen. Tech. Rep. RMRS-GTR-42. – 2000. – Vol. 1. – 83 p.

170. Swengel, A. B. A literature review of insect responses to fire, compared to other managements of open habitat [Текст] / A. B. Swengel // Biodiversity and Conservation. – 2001. – Vol. 10. – №7. – P. 1141-1169.

171. Viro, P.I. Prescribed burning in forestry [Текст] / P.I. Viro. Communicationess Inst. Helsinki. Forestales Fenniae. – 1969. – 215 p.

172. Wikars, L. Immediate effects of fire-severity on soil invertebrates in cut and uncut pine forests [Текст] / L. Wikars, J. Schimmel // Forest Ecology and Management. – 2001. – Vol. 141(3). – P. 189-200.

Приложения

Приложение А
(справочное)
Форма учета почвенной мезофауны на площадках

Дата учета
Лесничество (лесопарк)_____
Участковое лесничество_____
№ пробной площади_____ Квартал / выдел___/ ___

Таксационная характеристика пробной площади:
Состав _____ Возраст _____
Бонитет _____ Полнота_____ ср. Д/Н :____/ ____
Тип леса/ ТЛУ – _____ / _____
Сомкнутость крон –
Подрост –
Подлесок –
ЖНП –
Рельеф, почва –
Наличие вредителей и болезни –

№ площадки	Фация, покров	Почвенная мезофауна, шт.															
		пауки	кивсяки	губоногие многоножки	черви подстилочные	черви земляные	жужелицы	муравьи	стафилины	долгоносики	щелкуны	хрущи	двукрылые	пилильщики	совки, пяденицы	тараканы	прмечания
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18

Приложение Б
(обязательное)

Сводная ведомость ПП, заложенных для изучения влияния низовых устойчивых пожаров на компоненты лесного БГЦ

Номер ПП	Таксационные показатели							Средняя высота нагара на ПП, м	Число деревьев на пробе, шт.	Распределение деревьев по категориям санитарного состояния, %						Заселенность, %	Количество деревьев сосны на ПП	СКС	ПЖС древостоя, %	Фактор воздействия, код фактора воздействия
	Состав	Средний возраст, лет	Средний диаметр, см	Тип леса	ТЛУ	Полнота	Класс бонитета			здоровые	ослабленные	сильно ослабленные	усыхающие	свежий сухостой	старый сухостой					
2	лк7С3С	89/57	36/22	БР	А2	0,8	1	–	120	87,5	10,0	0,8	1,7	–	–	–	120	1,17	94,9	–
3	лк10С	50	18	БР	А2	0,7	1	2,5	120	19,2	13,3	10,0	11,7	42,5	3,3	6	120	3,52	33,1	865
4	10С+Б	95	26	БР	А2	0,5	1	2,0	104	49,0	23,1	7,7	3,8	7,7	8,7	3	104	2,15	68,5	865, ВСР-15% давностью 1 год
5	10С	59	22	БР	В2	0,7	1	1,0	120	53,3	18,3	10,8	5,8	10,0	1,6	4	120	1,78	70,4	864
6	лк8С2Б	61	24	СЛ	С3	0,7	1	1,0	57	42,1	31,6	12,3	7,0	1,7	5,3	3	57	2,05	69,5	864
7	10С+Б	90	32	БР	А2	0,6	1	1,9	120	54,9	16,8	13,3	5,3	4,4	5,3	6	113	1,98	72,2	868
8	10С+Б	95	26	БР	А2	0,6	1	–	103	88,2	9,8	1,0	–	–	1,0	–	102	1,16	95,5	–

Продолжение приолжения Б

Номер ПП	Таксационные показатели							Средняя высота нагара на ПП, м	Число деревьев на пробе, шт.	Распределение деревьев по категориям санитарного состояния, %						Заселенность, %	Количество деревьев сосны на ПП	СКС	ПЖС древостоя, %	Фактор воздействия
	Состав	Средний возраст, лет	Средний диаметр, см	Тип леса	ТЛУ	Полнота	Класс бонитета			здоровые	ослабленные	сильно ослабленные	усыхающие	свежий сухостой	старый сухостой					
9	6С4С+Б	115	26	БР	А2	0,6	2	1,8	120	51,8	25,4	10,5	4,4	4,4	3,5	3	114	1,91	74,0	865, ВСР-5% давностью 1 год
10	лк9С1Б	56	26	БР	А2	0,9	1	–	103	86,3	8,8	4,9	–	–	–	–	102	1,19	94,4	–
20	лк7С3С	90/58	36/22	БР	А2	0,8	1	–	120	84,2	11,7	0,8	3,3	–	–	–	120	1,23	92,8	–
21	лк10С	51	18	БР	А2	0,6	1	2,5	120	18,3	11,7	7,5	13,3	28,3	20,9	9	120	3,63	30,2	865
22	10С+Б	90	32	БР	А2	0,6	1	1,7	120	60,2	14,2	9,7	4,4	7,1	4,4	7	113	1,93	74,2	868
23	10С+Б	95	26	БР	А2	0,6	1	–	103	87,3	10,7	1,0	–	–	1,0	–	103	1,17	95,2	–
24	лк9С1Б	57	26	БР	А2	0,9	1	–	103	81,4	13,7	3,9	1,0	–	–	1	102	1,25	92,6	–
25	10С+Б	95	26	БР	А2	0,5	1	2,0	104	47,1	20,2	6,7	7,7	8,7	9,6	3	104	2,30	64,3	865, ВСР-15% давностью 2 года

Продолжение приолжения Б

Номер ПП	Таксационные показатели							Средняя высота нагара на ПП, м	Число деревьев на пробе, шт.	Распределение деревьев по категориям санитарного состояния, %						Заселенность, %	Количество деревьев сосны на ПП	СКС	ПЖС древостоя, %	Фактор воздействия
	Состав	Средний возраст, лет	Средний диаметр, см	Тип леса	ТЛУ	Полнота	Класс бонитета			здоровые	ослабленные	сильно ослабленные	усыхающие	свежий сухостой	старый сухостой					
26	10С	60	22	БР	В2	0,7	1	1,0	120	55,0	15,8	10,0	7,5	8,4	3,3	6	120	1,78	70,3	867
27	лк8С2Б	62	24	СЛ	С3	0,7	1	1,0	57	37,9	36,2	10,4	8,6	–	6,9	3	58	2,10	67,8	867
28	6С4С+Б	115	40	БР	А2	0,6	2	1,7	120	45,6	26,3	13,2	5,2	4,4	5,3	3	114	2,07	69,6	865, ВСР-5% давностью 2 года

УНП ВИ – устойчивый низовой пожар высокой интенсивности,
УНП СИ – устойчивый низовой пожар средней интенсивности,
ВСР-5% – выборочная санитарная рубка интенсивностью 5% по запасу,
ВСР-15% – выборочная санитарная рубка интенсивностью 15% по запасу,
СКС – средневзвешенная категория санитарного состояния,
ПЖС – показатель жизненного состояния,
Коды факторов воздействия:
864 – Устойчивый низовой пожар 1…3-летней давности средней интенсивности,
865 – Устойчивый низовой пожар 1…3-летней давности высокой интенсивности,
867 – Устойчивый низовой пожар 4…10-летней давности средней интенсивности,
868 – Устойчивый низовой пожар 4…10 летней давности высокой интенсивности.

Приложение В
(обязательное)
Видовое разнообразие мезофауны на ПП при изученных антропогенных воздействиях

Мезофауна	Факторы воздействия										
	Устойчивые низовые пожары давностью:				Контроль	Рубки леса		Контроль	Стадии рекреационной дигрессии:		
	2 года	3 года	4 года	5 лет		ДВР	СР		I	II	III
	P, шт./м^2 / V, %	P, шт./м^2 / V, %	P, шт./м^2 / V, %	P, шт./м^2 / V, %	P, шт./м^2 / V, %	P, шт./м^2 / V, %	P, шт./м^2 / V, %	P, шт./м^2 / V, %	P, шт./м^2 / V, %	P, шт./м^2 / V, %	P, шт./м^2 / V, %
Araneae (зоофаги)	4,6 / 57	4,3 / 66	5,8 / 71	9,5 / 92	9,2 / 92	1,6 / 27	4,8 / 58	9,2 / 74	9,9 / 84	9,3 / 80	6,2 / 69
Carabidae:	1,1 / 18	3,7 / 40	3,0 / 53	4,6 / 69	4,4 / 62	0,6 / 14	5,0 / 46	3,2 / 45	2,1 / 31	2,7 / 48	3,4 / 56
Amara municipalis Duft. (фитофаг)		+	-	-	-	+	+	+	-	-	-
Amara plebeja Gyll. (фитофаг)		+	+	+	-	-	-	-	-	-	-
Bembidion properans Steph. (зооофаг)		+	-	-	-	-	+	-	-	+	+
Broscus cephalotes L. (зооофаг)		-	+	-	-	-	-	-	-	-	-
Calathus melanocephalus L. (зооофаг)		-	-	-	-	+	-	+	+	+	+
Calathus micropterus Duft. (зооофаг)		+	+	+	+	-	+	+	+	+	+
Carabus nemoralis Mull. (зооофаг)		-	-	-	+	+	-	+	+	-	+
Harpalus affinis Sch. (зооофаг)		-	-	-	-	-	-	+	-	+	-

Продолжение приложения В

Мезофауна	Факторы воздействия										
	Устойчивые низовые пожары давностью:				Контроль	Рубки леса		Контроль	Стадии рекреационной дигрессии:		
	2 года	3 года	4 года	5 лет		ДВР	СР		I	II	III
	P, шт/м^2 / V, %	P, шт/м^2 / V, %	P, шт/м^2 / V, %	P, шт/м^2 / V, %	P, шт/м^2 / V, %	P, шт/м^2 / V, %	P, шт/м^2 / V, %	P, шт/м^2 / V, %	P, шт/м^2 / V, %	P, шт/м^2 / V, %	P, шт/м^2 / V, %
Harpalus flavescens Pill. (зооофаг)		+	-	-	-	-	+	+	+	+	-
Loricera pilicornis F. (зооофаг)		+	-	-	-	+	-	-	+	+	+
Notiophilus palustris Duft. (зооофаг)		-	-	+	-	-	+	+	-	-	-
Platynus assimilis Payk. (зооофаг)		+	-	-	-	-	+	+	+	-	+
Pterostichus aethiops Pz. (зооофаг)		-	-	-	+	-	-	+	+	+	+
Pterostichus melanarius Ill. (зооофаг)		+	+	-	+	+	+	+	+	+	+
Pterostichus minor Gyll. (зооофаг)		+	-	-	-	-	-	+	-	-	+
Pterostichus oblongopunctatus F. (зооофаг)		+	+	+	+	-	+	+	+	+	+
Pterostichus versicolor Sturm. (зооофаг)		-	-	-	-	-	-	+	-	-	-
Chilopoda: (зооофаги)	5,1 / 61	6,3 / 56	9,9 / 74	6,8 / 92	7,9 / 82	0,7 / 14	0,5 / 12	9,6 / 88	12,1 / 81	8,9 / 83	4,8 / 54
Lithobiomorpha		+	+	+	+	+	-	+	+	+	+
Geophilomorpha		+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Curculionidae: (фитофаги)	0,1 / 3	0,9 / 17	0,8 / 18	0,0 / 0	1,1 / 18	2,7 / 38	0,6 / 9	5,3 / 48	0,7 / 10	0,7 / 18	1,0 / 21
Brachyderes incanus L.		+	+	+	+	+	+	+	+	+	+

Продолжение приложения В

Мезофауна	Факторы воздействия										
	Устойчивые низовые пожары давностью:				Контроль	Рубки леса		Контроль	Стадии рекреационной дигрессии:		
	2 года	3 года	4 года	5 лет		ДВР	СР		I	II	III
	P, шт/м^2 / V, %	P, шт/м^2 / V, %	P, шт/м^2 / V, %	P, шт/м^2 / V, %	P, шт/м^2 / V, %	P, шт/м^2 / V, %	P, шт/м^2 / V, %	P, шт/м^2 / V, %	P, шт/м^2 / V, %	P, шт/м^2 / V, %	P, шт/м^2 / V, %
Sitona Germ.		-	-	-	-	-	-	-	-	+	+
Diptera:	1,4 / 18	2,1 / 32	3,5 / 45	4,0 / 54	3,6 / 53	2,4 / 25	1,4 / 24	2,7 / 40	2,3 / 40	2,7 / 43	5,3 / 53
Culicoides Latr. (зоофаги)		-	-	-	-	+	+	+	+	+	+
Bibionidae (сапрофаги)		-	-	-	-	-	-	-	-	+	-
Lasiopogon Lw. (зоофаги)		+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Philonicus albiceps Mg. (зоофаги)		+	+	+	+	-	+	+	-	+	+
Therevidae (зоофаги)		-	-	-	+	-	+	+	-	+	+
Tipulidae (фитофаги)		+	-	-	-	-	-	-	+	+	+
Ectobiinae:	0,4 / 9	2,4 / 42	4,7 / 53	2,5 / 31	4,7 / 62	0,5 / 7	2,2 / 35	3,1 / 42	2,5 / 34	2,1 / 38	0,3 / 7
Ectobius sylvestris Poda. (сапрофаг)		+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Elateridae: (фитофаги)	2,9 / 48	3,2 / 43	11,2 / 79	6,2 / 69	10,1 / 82	6,6 / 66	4,7 / 34	10,2 / 84	10,9 / 78	8,0 / 83	3,3 / 45
Aeoloides rosii Germ.		-	-	-	-	-	-	-	-	+	-
Anostirus castaneus L.		+	+	+	+	-	-	+	+	+	+
Cryptohypnus dermestoides Hbst.		-	-	-	-	-	+	-	-	-	-
Dolopius marginatus L.		+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Prosternon tessellatum L.		+	+	-	+	-	-	-	-	-	-

Продолжение приложения В

Мезофауна	Факторы воздействия										
	Устойчивые низовые пожары давностью:				Контроль	Рубки леса		Контроль	Стадии рекреационной дигрессии:		
	2 года	3 года	4 года	5 лет		ДВР	СР		I	II	III
	P, шт/м^2 / V, %	P, шт/м^2 / V, %	P, шт/м^2 / V, %	P, шт/м^2 / V, %	P, шт/м^2 / V, %	P, шт/м^2 / V, %	P, шт/м^2 / V, %	P, шт/м^2 / V, %	P, шт/м^2 / V, %	P, шт/м^2 / V, %	P, шт/м^2 / V, %
Selatosomus cruciatus L.									+	-	+
Selatosomus latus F.		+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Sericus brunneus L.		-	-	-	-	-	+	+	+	+	+
Formicidae (зоофаги)	3,9 / 32	6,0 / 61	7,7 / 72	7,7 / 62	4,5 / 51	2,0 / 32	6,7 / 71	6,3 / 72	10,8 / 65	13,8 / 83	8,0 / 76
Juliformia (сапрофаги)	0,3 / 7	0,1 / 3	0,4 / 8	0,0 / 0	0,2 / 4	0,0 / 0	0,1 / 2	0,1 / 2	3,7 / 49	1,9 / 35	0,2 / 5
Lumbricidae: (сапрофаги)	0,5 / 6	0,8 / 8	2,1 / 19	3,1 / 35	4,1 / 28	0,5 / 3	0,3 / 4	2,3 / 21	1,5 / 33	2,2 / 48	2,4 / 33
Lumbricus terrestris L.		+	+	+	+	+	-	+	+	+	+
Lumbricus castaneus Sav.		+	+	+	+	+	-	+	-	+	+
Dendrobaena octaedra Sav.		+	+	+	+	+	-	+	+	+	+
Noctuidae: (фитофаги)	0,0 / 0	0,0 / 0	0,0 / 0	0,0 / 0	0,4 / 6	0,0 / 0	0,3 / 7	0,1 / 7	0,4 / 7	0,0 / 0	0,1 / 3
Panolis flammea Schiff.		-	-	-	-	-	+	+	+	-	-
Scarabaeidae: (фитофаги)	0,5 / 11	1,1 / 19	0,4 / 10	0,9 / 8	0,9 / 17	0,6 / 11	0,2 / 2	1,1 / 11	2,1 / 16	2,4 / 27	0,7 / 10
Melolontha hippocastani F.		+	+	+	-	+	-	+	+	+	+
Amphimallon solstitialis L.		+	+	-	-	-	+	+	+	+	+
Staphylinidae: (зоофаги)	1,2 / 33	1,3 / 34	2,2 / 41	2,5 / 39	3,5 / 58	1,0 / 18	1,5 / 21	5,0 / 62	3,1 / 40	2,9 / 37	1,5 / 27

Продолжение приложения В

Мезофауна	Факторы воздействия										
	Устойчивые низовые пожары давностью:				Контроль	Рубки леса		Контроль	Стадии рекреационной дигрессии:		
	2 года	3 года	4 года	5 лет		ДВР	СР		I	II	III
	P, шт/м^2 / V, %	P, шт/м^2 / V, %	P, шт/м^2 / V, %	P, шт/м^2 / V, %	P, шт/м^2 / V, %	P, шт/м^2 / V, %	P, шт/м^2 / V, %	P, шт/м^2 / V, %	P, шт/м^2 / V, %	P, шт/м^2 / V, %	P, шт/м^2 / V, %
Acidota crenata F.		-	-	-	+	-	+	+	-	+	-
Bolitobius castaneus Steph.		-	-	+	-	-	-	+	+	+	+
Drusilla canaliculata Fabr.		-	-	-	-	+	+	+	+	+	+
Gabrius osseticus Kol.		+	+	-	+	+	+	+	+	+	+
Heterothops		-	+	-	+	-	-	-	-	-	-
Ochthephilum		-	+	-	-	-	-	+	-	+	-
Othius punctulatus Goez		-	-	-	-	-	+	+	-	-	-
Oxypoda abdominalis Mann.		-	-	+	-	-	+	+	-	-	-
Philonthus decorus Grav.		-	+	-	+	-	-	-	-	+	-
Philonthus punctus Grav.		+	-	-	-	+	+	+	+	+	+
Philonthus splendens Fabr.		-	+	-	-	-	-	-	-	-	-
Quedius nigriceps Kraatz		-	-	-	-	-	+	-	-	-	-
Staphilinus aethiops Waltl.		-	-	-	+	-	-	-	-	-	-
Stenus clavicornis Scop.		-	-	-	-	-	-	+	+	-	-
Stenus juno Payk.		-	-	-	-	+	-	-	-	-	-
Stenus similis Herbst.		-	+	-	-	-	-	+	-	-	-
Xantholinus linearis Ol.		+	+	-	+	-	+	+	+	+	-

Продолжение приложения В

Мезофауна	Факторы воздействия										
	Устойчивые низовые пожары давностью:				Контроль	Рубки леса		Контроль	Стадии рекреационной дигрессии:		
	2 года	3 года	4 года	5 лет		ДВР	СР		I	II	III
	P, шт/м^2 / V, %	P, шт/м^2 / V, %	P, шт/м^2 / V, %	P, шт/м^2 / V, %	P, шт/м^2 / V, %	P, шт/м^2 / V, %	P, шт/м^2 / V, %	P, шт/м^2 / V, %	P, шт/м^2 / V, %	P, шт/м^2 / V, %	P, шт/м^2 / V, %
Xantholinus tricolor F.		+	+	+	+	-	-	+	+	+	+
Symphyta: (фитофаги)	0,0 / 0	0,7 / 11	2,1 / 36	0,0 / 0	1,5 / 30	0,7 / 14	0,3 / 5	3,3 / 53	1,0 / 22	1,6 / 35	2,7 / 41
Acacntholyda posticalis Mats.		+	+	+	+	+	+	+	+	+	-
Diprion pini L.		+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Neodiprion sertifer Geof.		+	+	+	+	+	-	+	+	+	+

«ДВР» – добровольно-выборочные рубки интенсивностью 15…20%, «СР» – сплошные санитарные рубки и сплошные рубки спелых насаждений, «V» – встречаемость, «P» – средняя плотность на ПП, «+» – наличие, «-» – отсутствие. Идентификация видов мезофауны на ПП после низовых пожаров давностью два года не проводилась.