

На правах рукописи



ШИРОКИХ ПАВЕЛ СЕРГЕЕВИЧ

**ВТОРИЧНЫЕ АВТОГЕННЫЕ СУКЦЕССИИ НА ВЫРУБКАХ И
ЗАЛЕЖАХ ЮЖНО-УРАЛЬСКОГО РЕГИОНА КАК ОСНОВА
ПРОГНОЗА ЕСТЕСТВЕННОГО ВОССТАНОВЛЕНИЯ И
ОРГАНИЗАЦИИ МОНИТОРИНГА ЛЕСНЫХ ЭКОСИСТЕМ**

1.5.9. Ботаника

Автореферат

диссертации на соискание ученой степени
доктора биологических наук

УФА – 2022

Работа выполнена в Уфимском Институте биологии – обособленном структурном подразделении Федерального государственного бюджетного научного учреждения Уфимского федерального исследовательского центра Российской академии наук

Научный консультант: доктор биологических наук, Заслуженный деятель науки Республики Башкортостан,
Мартыненко Василий Борисович

Официальные оппоненты: **Лацинский Николай Николаевич**, доктор биологических наук, профессор, заведующий лабораторией географии и экологии биоразнообразия Федерального государственного бюджетного учреждения науки «Центральный сибирский ботанический сад Сибирского отделения Российской академии наук»

Семенович Юрий Алексеевич, доктор биологических наук, профессор кафедры биологии Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Брянский государственный университет имени академика И. Г. Петровского»

Аненьков Олег Арнольдович, доктор биологических наук, заведующий лабораторией флористики и геоботаники, главный научный сотрудник Федерального государственного бюджетного учреждения науки «Институт общей и экспериментальной биологии Сибирского отделения Российской академии наук»

Ведущая организация: Институт леса – обособленное подразделение Федерального государственного бюджетного учреждения науки Федерального исследовательского центра «Карельский научный центр Российской академии наук»

Защита диссертации состоится « 20 » апреля 2023 г. в 10:00 часов на заседании диссертационного совета 24.1.199.01 (Д 900.011.01) при Федеральном государственном бюджетном учреждении науки «Ордена Трудового Красного Знамени Никитский ботанический сад – Национальный научный центр РАН» по адресу: 298648, Российская Федерация, Республика Крым, г. Ялта, пгт Никита, спуск Никитский, 52; e-mail: dissovnet.nbs@yandex.ru

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке и на сайте ФГБУН «НБС-ННЦ» по адресу: 298648, Российская Федерация, Республика Крым, г. Ялта, пгт. Никита, спуск Никитский, 52, адрес сайта: <http://obr.nbgncs.ru>

Автореферат разослан « ____ » _____ 2023 г.

Ученый секретарь
диссертационного совета,
кандидат биологических наук



Корженевская Юлия Владиславовна

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы исследования. В последние десятилетия резко усилилось влияние человека на экосистемы, и, в особенности, на лесные экосистемы, что стало причиной увеличения площадей вторичных лесов (Лукина и др., 2015). Вырубка лесов является одним из наиболее распространенных факторов, инициирующих естественные восстановительные сукцессии, приводящие к трансформации структуры и функции лесных экосистем и формированию вторичных лесов. С другой стороны, увеличению площадей вторичных лесов способствует массовое возобновление древесных видов на заброшенных сельскохозяйственных землях (Люри и др., 2010; Prishchepov et al., 2017; Hansen et al., 2016; Узун, 2017 и др.). Южно-Уральский регион (ЮУР) обладает высоким флористическим и синтаксономическим разнообразием лесной растительности (Мартыненко, 2013), однако длительное экстенсивное лесопользование привело к увеличению площадей вырубок и молодняков. Развал сельского хозяйства в годы экономических реформ привел к увеличению площадей заброшенных сельскохозяйственных угодий, зарастающих вторичными древесными породами (Люри и др., 2010; Prishchepov et al., 2017), которые в настоящее время в ЮУР занимают более 4 млн га (Глушков и др., 2019). В результате в регионе наблюдается существенное изменение состава, структуры и функций лесов, обусловленное комбинированным влиянием природных и антропогенных факторов. Комплексные исследования особенностей естественных восстановительных сукцессий с учетом всего флористического состава при одновременном анализе процессов возобновления древесных доминантов в ЮУР ранее не проводились. Для понимания того, как происходит смена одного типа растительности другим в определенных природно-климатических условиях на вырубках и залежах, прогнозирования процесса восстановительных сукцессий и обеспечения условий сохранения биоразнообразия и поддержания экосистемных услуг необходимо выявление биологического, синтаксономического, лесохозяйственного значения и природоохранной роли формирующейся растительности.

Степень разработанности темы. Исследования фитоценотического и флористического разнообразия коренных и условно-коренных лесов региона были начаты с 80-х годов прошлого столетия, в настоящее время эти леса достаточно хорошо изучены (Ишбирдин и др., 1996; Мартыненко и др., 2007, 2013; Водоохранно-защитные..., 2007; Флора и растительность..., 2008, 2010; Широких, 2007, 2009; Широких и др., 2021; Баишева и др., 2009, 2015 и др.). Синтаксономические исследования сообществ вырубок, вторичных лесов и залежей ЮУР были начаты в 2008 г. При участии автора были получены важные данные о восстановительных сукцессиях на вырубках центрально-возвышенной части Южного Урала и Башкирского Предуралья, разработаны схемы сукцессионных систем и классификация вторичных лесов (Кунафин и др., 2010, 2011; Миркин и др., 2010, 2014, 2015; Мартыненко и др., 2014; Широких, 2010; Мартыненко, 2012; Широких и др., 2010, 2012, 2013б, 2018а и др.). На примере заброшенных сельскохозяйственных угодий (залежей) Башкирского Предуралья и горной части Южного Урала были выявлены основные стадии восстановительных сукцессий, представлены предварительные результаты классификации сообществ, показаны некоторые закономерности изменения параметров фиторазнообразия в зависимости от плотности древостоя и различных антропогенных нагрузок (Широких и др., 2013а, 2017а, 2017б; Баишева и др., 2017; Suleymanov et al., 2020). Однако обобщение данных об особенностях

восстановления растительности условно-коренных лесов на месте вырубок и залежей не было проведено, что не позволяло сформировать полное представление о восстановительном потенциале лесной растительности региона. Диссертационное исследование на территории ЮУР выполнено впервые.

Цель исследования:

Выявить закономерности вторичных автогенных сукцессий на вырубках и зарастающих лесом залежах Южно-Уральского региона и разработать рекомендации по оптимизации рационального природопользования и организации мониторинга состояния лесных экосистем в условиях возрастающего антропогенного воздействия и текущих климатических изменений.

Задачи исследования:

1. Выявить фитоценотическое разнообразие растительности вторичных лесов, вырубок и зарастающих лесом залежей Южно-Уральского региона.
2. Выявить сукцессионные системы восстановления растительности на вырубках и залежах Южно-Уральского региона.
3. Выявить динамику видового разнообразия сообществ вырубок и залежей в ходе вторичных автогенных сукцессий в различных ботанико-географических зонах Южно-Уральского региона.
4. Выявить степень восстановления растительности коренных лесов в зависимости от экологических условий и способа рубок, а также влияния рубок на разнообразие лесного покрова Южно-Уральского региона в условиях текущих климатических изменений.
5. Разработать предложения по оптимизации системы рубок для Южно-Уральского региона в целях сохранения флористического и фитоценотического разнообразия лесной растительности.
6. Разработать рекомендации по рациональному использованию зарастающих залежей Южно-Уральского региона.

Основные положения, выносимые на защиту:

1. Для вторичных автогенных сукцессий, протекающих на вырубках лесов Южно-Уральского региона, характерно сложное поливариантное развитие на начальных стадиях сукцессий с формированием высокого фитоценотического разнообразия, степень которого зависит от эдификаторной роли возобновляющегося древостоя, с последующей конвергенцией на более продвинутых стадиях.
2. Направление и скорость вторичных автогенных сукцессий на вырубках, а также динамика видового разнообразия зависят от восстановительного потенциала естественной растительности, способа рубки, степени нарушения почвенного покрова, а также климатических и экотопических различий.
3. В условиях экологического оптимума происходит наиболее полное восстановление флористического состава исходного типа леса. Наименее устойчивыми к вырубкам являются экотонные леса, испытывающие сильное влияние текущих климатических изменений.
4. Последствия рубок в Предуралье проявляются в увеличении распространения вторичных липовых и осиновых лесов, а в горно-лесных районах Южного Урала – в замещении хвойно-широколиственных на широколиственные и мелколиственные леса, сопровождающиеся снижением флористического и фитоценотического разнообразия.
5. Флористическое и фитоценотическое разнообразие залежей обусловлено особенностями режима использования до и после вывода земель из

сельскохозяйственного оборота, а также их зональными различиями.

6. Для вторичных автогенных сукцессий на залежах Южно-Уральского региона характерно моновариантное развитие, высокая скорость на начальных этапах с последующим формированием длительно-производных лесных фитоценозов, представляющих новый специфичный тип вторичной лесной растительности с лугово-рудеральным разнотравьем.

Научная новизна. Впервые с использованием эколого-флористической классификации проведен анализ фитоценотического разнообразия сообществ вырубок, вторичных лесов и зарастающих лесом залежей ЮУР. Впервые описаны 6 ассоциаций, 8 субассоциаций, 5 сообществ, 28 вариантов, 17 базальных сообществ и 1 дериватное сообщество, характеризующие различные стадии восстановительных сукцессий после разных видов рубок. Впервые описаны новые сообщества залежей, включающие 42 варианта, 11 базальных и 21 дериватных сообществ. Впервые описаны сукцессионные системы (схемы) естественного восстановления растительности вырубок и залежей ЮУР и выявлены основные эколого-ценотические закономерности формирования вторичной лесной растительности в различных ботанико-географических зонах.

Теоретическая и практическая значимость работы. Впервые для территории ЮУР обобщены данные о флористическом и синтаксономическом составе растительности вырубок, вторичных лесов и залежей с массовым лесовозобновлением. Определена роль ведущих эколого-ценотических и антропогенных факторов в формировании лесной растительности на вырубках и залежах ЮУР. Исследование вносит вклад в развитие синтаксономии растительности России и понимание механизмов восстановительных сукцессий лесной растительности после антропогенных нарушений. Переход к высокоэффективному воспроизводству лесных ресурсов невозможен без фундаментальных знаний о вторичных автогенных сукцессиях. Данное стратегическое направление в полной мере соответствует федеральному проекту «Сохранение лесов». Разработаны предложения по оптимизации системы рубок в природно-климатических условиях ЮУР в целях сокращения времени восстановительной сукцессии и сохранения флористического и фитоценотического разнообразия лесной растительности. Предложены варианты рационального использования зарастающих лесом сельскохозяйственных земель, способствующего сокращению времени восстановления растительности залежей до зональных типов. Результаты исследования будут востребованы при организации мониторинга лесных экосистем, для геоботанического картографирования, совершенствовании системы сохранения биологического разнообразия, при моделировании динамики, состава, структуры и фиторазнообразия лесных экосистем при антропогенных воздействиях и глобальном изменении климата с использованием ГИС-технологий, а также при преподавании дисциплин биологического, географического и лесохозяйственного профиля в высшей школе.

Методология и методы исследований. Методологической основой являются представления о пространственном и временном континуумах, поликлимаксе (Whittaker, 1953) и сукцессионной системе как совокупности сообществ разных сукцессионных стадий различных экотопов одного региона (Разумовский, 1981). При изучении сукцессий применялся метод хроносиквенсов, а также мониторинг на постоянных пробных площадях (Александрова, 1964; Foster, Tilman, 2000). При сборе и обработке данных использовались стандартные геоботанические методы, в том числе эколого-флористическая классификация, кластерный анализ и ординация растительных сообществ. Оценка степени восстановления флористического состава

проводилась с использованием мер включения (Семкин, Комарова, 1985; Юрцев, Семкин, 1980).

Степень достоверности и апробация результатов. Достоверность результатов и защищаемых положений подтверждены большой выборкой и использованием современных методов обработки геоботанических описаний, подтверждением общих закономерностей сукцессионных процессов, установленных в ходе ранее выполненных исследований. Результаты исследований были представлены на всероссийских («Растительность Восточной Европы: классификация, экология и охрана» (Брянск, 2009), «Проблемы изучения и сохранения растительного мира Евразии» (Иркутск, 2010, Иркутск, Кырен, 2017), «Отечественная геоботаника: основные вехи и перспективы» (Санкт-Петербург, 2011), «Биологическое разнообразие растительного мира Урала и сопредельных территорий» (Екатеринбург, 2012), «Актуальные проблемы геоботаники» (Уфа, 2012), XIII и XIV Съезды Русского ботанического общества (Тольятти, 2013; Махачкала, 2018), V Всероссийская геоботаническая школа-конференция (Санкт-Петербург, 2015), «Научные основы устойчивого управления лесами» (Москва, 2016), Современные фундаментальные проблемы классификации растительности» (Ялта, 2019), «Экобиотех» (Уфа, 2019), «Дендрэкология, лесоведение и лесовосстановление: теоретические и прикладные аспекты» (Уфа, 2020)) и международных («Современное состояние, тенденции развития, рациональное использование и сохранение биологического разнообразия растительного мира» (Минск-Нарочь, 2014), «Растительность Восточной Европы и Северной Азии» (Брянск, 2014), «Современные фундаментальные проблемы классификации растительности» (Ялта, 2016), «Лесная типология: современные методы выделения типов леса, классификация и районирование лесной растительности» (Минск-Нарочь, 2016), «Экология и география растений и растительных сообществ» (Екатеринбург, 2018)) конференциях.

Связь работы с плановыми исследованиями и научными программами. Исследования проводились в рамках НИР и госзаданий лаборатории геоботаники и растительных ресурсов Уфимского института биологии УФИЦ РАН с 2008 по 2022 г., а также при поддержке грантов РФФИ № 07-04-00030-а, № 10-04-00534-а, № 13-04-01025-а № 16-04-00985, № 20-14-50281-экспансия, программы Президиума РАН «Биологическое разнообразие» (подпрограмма «Разнообразие и мониторинг лесных экосистем России»), грантов РНФ № 22-24-00186 и № 22-14-00003, а также гранта Министерства образования и науки Республики Башкортостан НОЦ-РМГ-2022.

Декларация личного участия. Автором диссертации проведено более 30 экспедиционных выездов, в ходе которых лично было выполнено 1153 (81%) из 1424 положенных в основу работы геоботанических описаний. Прочие описания выполнены сотрудниками лаборатории геоботаники и растительных ресурсов УИБ УФИЦ РАН В.Б. Мартыненко, А.М. Кунафиным и И.Г. Бикбаевым при совместном участии автора. Постановка цели и задач исследований, выбор методов классификации растительности и обработки данных, выполнение классификации и расчетов, анализ видового и фитоценотического разнообразия растительности, выявление сукцессионных серий восстановления растительности, а также анализ и интерпретация полученных результатов выполнены лично автором.

Публикации. По теме диссертации опубликовано 92 научные работы, из них 6 коллективных монографий и 44 статьи в рецензируемых журналах, рекомендованных ВАК РФ, в том числе 13 статей, индексируемых в базах данных WoS и SCOPUS.

Структура и объем работы. Диссертация изложена на 627 страницах, содержит 36 иллюстраций и 29 таблиц (16 – в основной части, 13 – в приложении); состоит из введения, семи глав, выводов, списка литературы, двух приложений. Список литературы включает 936 работ, из них 440 – на иностранных языках.

Благодарности. Выражаю глубокую признательность за советы, рекомендации, консультации и критические замечания сотрудникам Уфимского Института биологии УФИЦ РАН д.б.н. Н.И. Федорову, Э.З. Баишевой, С.Е. Кучерову, сотрудникам Южно-Уральского Ботанического сада-института УФИЦ РАН д.б.н. С.М. Ямалову, д.б.н. Л.М. Абрамовой, к.б.н. Я.М. Голованову, преподавателю кафедры ботаники БГПУ им. М. Акмуллы к.б.н. Л.Г. Наумовой, и, в особенности, учителю и идейному вдохновителю, член-корр. АН РБ, д.б.н., профессору Борису Михайловичу Миркину. Глубоко признателен за большую помощь в организации и проведении полевых экспедиционных работ А.М. Кунафину, И.Г. Бикбаеву, дирекциям и сотрудникам особо охраняемых природных территорий РБ и лично к.б.н. Л.А. Султангареевой и к.б.н. Ю.П. Горичеву. Выражаю огромную благодарность за помощь в определении гербарных образцов сосудистых растений к.б.н. А.А. Мулдашеву, в определении мохообразных – д.б.н. Э.З. Баишевой. Особую благодарность выражаю своему научному консультанту, учителю, коллеге и другу, д.б.н. Василию Борисовичу Мартыненко. Отдельную благодарность выражаю супруге И.А. Широких и детям А.П. Широких и Т.П. Широких за моральную поддержку и огромное терпение.

ГЛАВА 1 МЕТОДИЧЕСКИЕ ПОДХОДЫ И АНАЛИЗ ИЗУЧЕННОСТИ ВОССТАНОВИТЕЛЬНОЙ ДИНАМИКИ РАСТИТЕЛЬНОСТИ ВЫРУБОК И ЗАЛЕЖЕЙ

В главе представлен обзор современной литературы, посвященной проблемам динамики и классификации сообществ вырубок и вторичных лесов (Федорчук и др., 2005; Исмаилова, Назимова, 2007; Мартынянов и др., 2002; Уланова, 2006; Крышень, 2006; Иванова, 2011; Золотова, Иванова, 2012; Rolim et al., 2016; Геникова и др., 2016, 2018; Ivleva, Leonova, 2019; Крышень и др., 2020, 2021 и др.), а также зарастающих древесными видами залежей (Ледовский, Ходячих, 2015; Телеснина, 2016; Rocha et al., 2016; Атутова, Екимовская, 2019; Реña-Angulo et al., 2019; Мошкина и др., 2019 и др.). Рассмотрены теория и практика применения методов прямого наблюдения, пространственно-временного замещения (Debussche et al., 1996; Prach, Rušek, 1999; Korotkov et al., 2001; Mora et al., 2015; Bagchi et al., 2017; Gill., et al., 2018 и др.), а также применение методов данных дистанционного зондирования (Курбанов и др., 2010; Барталев и др., 2015; Щепашенко и др., 2015; Маслов и др., 2016; Королева и др., 2018; Медведев и др., 2019 и др.). Рассмотрены факторы, влияющие на скорость и направление восстановительной сукцессии на вырубках (Федорчук и др., 2005; Rawson et al., 2006; Крышень, 2006; Dynesius et al., 2008; Burova et al., 2010; Золотова, Иванова, 2012; Vanha-Majamaa et al., 2017 и др.) и залежах (Cramer et al., 2008; Морозов, 2013; Lasantha, 2015; Новоселова и др., 2016; Rocha et al., 2016; Fracchiolla et al., 2017; Реña-Angulo et al., 2019; Азаренко и др., 2020 и др.) в различных природно-климатических условиях. Особое внимание уделено закономерностям изменения видового разнообразия в ходе восстановительных сукцессий на вырубках (Крышень, 2006; Уланова и др., 2008; Burova et al., 2010; Иванова, Золотова, 2011; Геникова и др., 2014, 2016; Zobel, 2016; Buffa et al., 2018; и др.) и залежах (Ледовский и др., 2012; Евстигнеев, Воеводин, 2013; Клюев, 2013; Панюков, 2013; Albert et al., 2014; Ruskule et al., 2016;

Телеснина, 2016; Атутова, Екимовская, 2019; Мошкина и др., 2019; Волкова, Рогоза, 2020 и др.). Отдельные подразделы посвящены истории изучения растительности лесов и залежей ЮУР (Мартыненко и др., 2005; Флора и растительность..., 2008, 2010, Баишева и др., 2015; Широких и др., 2017 и др.).

ГЛАВА 2 ХАРАКТЕРИСТИКА ПРИРОДНЫХ УСЛОВИЙ ЮЖНО-УРАЛЬСКОГО РЕГИОНА

В главе рассмотрены природно-климатические условия Южно-Уральского региона (ЮУР), основная часть которого расположена на территории Республики Башкортостан. Охарактеризованы рельеф, геология, климат, гидрология и гидрография, преобладающие типы почв и почвообразующие породы (Кадильников, Тайчинов, 1973; Агроклиматические..., 1976; Почвы..., 1995; Мукатанов, 2002; Атлас..., 2005; Реестр..., 2020), представлена характеристика основных типов растительности региона (Ямалов, 2005, 2008; Ямалов и др., 2012; Королук и др., 2016; Флора и растительность..., 2008, 2010, Мартыненко и др., 2003, 2005; Баишева и др., 2015 и др.). Отмечено, что на разнообразие растительного покрова влияет различие климатических условий Башкирского Предуралья, Южного Урала и Башкирского Зауралья, а также наличие высотной поясности (Физико-географическое..., 1964; Агроклиматические..., 1976; Атлас..., 2005). Естественная лесная растительность занимает около 40% территории ЮУР. Охарактеризованы основные типы лесной растительности, среди которых наибольшее распространение имеют широколиственные, темнохвойные травяные и бореальные, хвойно-широколиственные и гемибореальные сосново-березовые леса. Естественная безлесная растительность занимает около 16% территории ЮУР, представлена, в основном, лугами, равнинными и горными степями. Значительные площади занимают разнообразные синантропные сообщества.

ГЛАВА 3 МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Объектом исследований являлась растительность вырубок, вторичных лесов и зарастающих древесными видами залежей. Анализ сукцессий на залежах проводился с момента начала семенного возобновления древесных видов. Исследования проводились на территории Республики Башкортостан и сопредельных регионов. В работе использовано 1424 геоботанических описания растительности, выполненных автором лично и в соавторстве с сотрудниками лаборатории геоботаники и растительных ресурсов УИБ УФИЦ РАН в период с 2008 по 2021 гг. Размер геоботанических описаний сообществ вырубок на ранних стадиях сукцессий составлял 100 м², в лесных сообществах – 400 м², на незалесенных залежах – 25 м², на залесенных залежах – 100 м². Описания площадок выполнялись по методике Браун-Бланке (Westhoff, Maarel, 1978; Миркин, Наумова, 2012). Названия видов сосудистых растений даны по сводке С.К. Черепанова (1995).

Для определения возраста древесных видов производился забор кернов с помощью возрастного бура Naglöf с последующим определением по годичным кольцам (Корчагин, 1960). Календарный возраст пневой поросли или молодого подростка определялся путем подсчета количества годичных колец на спилах (срезах) у корневой шейки 10-20 модельных деревьев, подсчета годичных приростов в высоту и по характеру ветвления побегов. Кроме того, дополнительно использовались данные материалов лесоустройств.

Все геоботанические описания заносились в базу данных TURBOVEG (Hennekens, Schaminee, 2001), которая впоследствии использовалась при классификации растительности в программе JUICE (Tichý et al., 2011). Синтаксономический анализ растительности вторичных лесов ЮУР выполнен на основе флористической классификации в соответствии с общими установками направления Браун-Бланке (Braun-Blanquet, 1964; Westhoff, Maarel, 1978; Миркин, Наумова, 1998, 2012 и др.). Классификация переходных сообществ сукцессионных стадий с неустоявшимся флористическим составом проводилась дедуктивным методом К. Копечки и С. Гейни (Корецьку, Нејну, 1974). Номенклатура синтаксономических единиц устанавливалась в соответствии с «Международным кодексом фитосоциологической номенклатуры» (Theurillat et al., 2021).

Для оценки сукцессионной динамики в растительных сообществах использовалось сочетание метода хроносиквенсов – экстраполяции пространственных рядов во временные (Александрова, 1964; Foster, Tilman, 2000) и мониторинга на постоянных пробных площадях.

Анализ динамики фиторазнообразия в сообществах сукцессионных серий проводился в программе IBIS (Зверев, 2007) с применением формальных и неформальных критериев (альфа-разнообразие, объем ценофлор, фитосоциологический спектр). Оценка степени восстановления флористического состава исходного типа леса в ходе восстановительной сукцессии проводилась с использованием мер включения (Семкин, Комарова, 1985; Юрцев, Семкин, 1980).

ГЛАВА 4 КЛАССИФИКАЦИЯ РАСТИТЕЛЬНОСТИ ВЫРУБОК И ЗАРАСТАЮЩИХ ЛЕСОМ ЗАЛЕЖЕЙ ЮЖНО-УРАЛЬСКОГО РЕГИОНА

В главе отражены результаты классификации сообществ, формирующихся на вырубках и залежах с массовым лесовозобновлением, характеризуются установленные синтаксоны всех уровней от класса до ассоциаций, базальных сообществ и более мелких единиц. Для всех синтаксонов (новых и ранее опубликованных) приводятся синоптические таблицы с полным флористическим составом, отражающие дифференциацию сообществ вырубков и залежей региона.

Фитоценоотическое разнообразие зарастающих вырубков. Растительность изученных коренных и вторичных лесов, а также вырубков отнесена к 7 классам, 7 порядкам, 8 союзам, 5 подсоюзам, 14 ассоциациям (асс.), 19 субассоциациям (субасс.), 48 вариантам, 6 сообществам (сооб.), 17 базальным сообществам (б.с.) и 1 дериватному сообществу (д.с.). Из них новыми являются 6 ассоциаций, 8 субассоциаций, 5 сообществ, 28 вариантов, 19 базальных сообществ и 1 дериватное сообщество.

Ниже представлены продромусы изученной лесной растительности. В продромусах одной звездочкой (*) отмечены синтаксоны ранних стадий восстановительных сукцессий, двумя звездочками (**) – поздних стадий восстановительных сукцессий лесной растительности. Условно-коренные леса обозначены символом «к». В скобках указано количество вариантов.

Продромус сообществ, формирующихся на вырубках широколиственных лесов ЮУР

Класс **CARPINO-FAGETEA** Jakucs ex Passarge 1968

Порядок **CARPINETALIA BETULI** P. Fukarek 1968

Союз **Aconito lycoctoni-Tilion cordatae** Solomeshch et Grigoriev in Willner et al. 2016

Подсоюз **Aconito lycoctoni-Tilienion cordatae** Shirokikh et al. 2021

Б.с. *Pulmonaria obscura-Aegopodium podagraria* [Polygonion krascheninnikovii/Aconito-Tilion]*

Б.с. *Aegopodium podagraria-Corylus avellana* [Polygonion krascheninnikovii/Aconito-Tilion]*

Б.с. *Aegopodium podagraria-Amaranthus retroflexus* [Artemisietalia vulgaris/Aconito-Tilion]*

Д.с. *Lactuca serriola-Cirsium setosum* [Onopordetalia acanthii/Aconito-Tilion]* (3)

Б.с. *Cirsium setosum-Corylus avellana* [Onopordetalia acanthii/Aconito-Tilion]*

Б.с. *Aegopodium podagraria-Populus tremula* [Polygonion krascheninnikovii/Aconito-Tilion]*

Акц. *Stachyo sylvaticae-Tilietum cordatae* Martynenko et al. 2005^к

Субасс. *S.s.-T.c. typicum* Martynenko et al. 2005^{к-**} (5)

Субасс. *S.s.-T.c. piceetosum obovatae* subass. nova prov. **

Союз ???

Акц. *Aegopodio podagrariae-Piceetum obovatae* ass. nova prov. ** (2)

Класс **EPILOBIETEA ANGUSTIFOLII** Tüxen et Preising ex von Rochow 1951

Порядок GALEOPSIO-SENECIONETALIA SYLVATICI Passarge 1981

Союз ???

Акц. *Chamaenerio angustifolii-Pulmonarietum obscurae* ass. nov. prov. *_**

Продромус сообществ, формирующихся на вырубках сосново-широколиственных лесов ЮУР

Класс **CARPINO-FAGETEA** Jakucs ex Passarge 1968

Порядок CARPINETALIA BETULI P. Fukarek 1968

Союз **Aconito lycoctoni-Tilion cordatae** Solomeshch et Grigoriev in Willner et al. 2016

Подсоюз *Tilio cordatae-Pinenion sylvestris* Shirokikh et al. 2021

Акц. *Tilio cordatae-Pinetum sylvestris* Shirokikh et al. 2021^к

Субасс. *T. c.-P. s. typicum* Shirokikh et al. 2021

Субасс. *T.c.-P.s. cerastietosum pauciflori* Shirokikh et al. 2021

Акц. *Euonymo verrucosae-Pinetum sylvestris* Martynenko et al. 2007^к

Сооб. *Ajuga reptans-Tilia cordata**

Б.с. *Atriplex calotheca-Hieracium umbellatum* [Molinio-Arrhenatheretea/Carpino-Fagetea]*

Б.с. *Agrostis tenuis-Artemisia absinthium* [Molinio-Arrhenatheretea/Carpino-Fagetea]*

Б.с. *Leucanthemum vulgare-Tilia cordata* [Molinio-Arrhenatheretea/Carpino-Fagetea]*

Б.с. *Poa sibirica-Tilia cordata* [Molinio-Arrhenatheretea/Carpino-Fagetea]*

Подсоюз **Aconito lycoctoni-Tilienion cordatae** Shirokikh et al. 2021

Акц. *Brachypodio pinnati-Tilietum cordatae* Grigorjev ex Martynenko et al. 2005^к

Субасс. *B.p.-T.c. cicerbitetosum uralensis* Martynenko et al. 2005^к (2)

Субасс. *B.p.-T.c. pulmonarietosum mollis* Shirokikh et al. 2021**

Продромус сообществ, формирующихся на месте сведенных темнохвойно-широколиственных лесов ЮУР

Класс **ASARO EUROPAEI-ABIETETEA SIBIRICAE** Ermakov, Mucina et Zhitlukhina in Willner et al. 2016

Порядок ABIETETALIA SIBIRICAE (Ermakov in Ermakov et al. 2000) Ermakov 2006

Союз **Aconito septentrionalis-Piceion obovatae** Solomeshch, Grigoriev, Khaziakhmetov et Baisheva in Martynenko et al. 2008

Подсоюз *Tilio cordatae-Piceenion obovatae* Martynenko et al. 2008

Акц. *Chrysosplenio alternifolii-Piceetum obovatae* Martynenko et Zhigunova 2007^{к-**}

- Субасс. *C.a.-P.o. diplazietosum sibirici* Martynenko 2009 prov.^{k- **} (2)
 Субасс. *C.a.-P.o. populetosum tremulae* subass. nova prov. ^{**} (3)
 Б.с. *Diplazium sibiricum-Rubus idaeus* [Carici-Crepidetalia/Abietetalia sibiricae]*
 Б.с. *Cerastium pauciflorum-Rubus idaeus* [Carici-Crepidetalia/Carpinetalia betulii]*
 Б.с. *Rubus idaeus-Tilia cordata* [Carici-Crepidetalia/Abietetalia sibiricae]* (2)

Класс **CARPINO-FAGETEA** Jakucs ex Passarge 1968

Порядок **CARPINETALIA BETULI** P.Fukarek 1968

Союз **Aconito lycoctoni-Tilion cordatae** Solomeshch et Grigoriev in Willner et al. 2016

Подсоюз *Aconito lycoctoni -Tilienion cordatae* Shirokikh et al. 2021

Асс. *Stachyo sylvaticae-Tilietum cordatae* Martynenko et al. 2005

Субасс. *S.s.-T.c. typicum* Martynenko et al. 2005 (1)

Асс. *Brachypodio pinnati-Tilietum cordatae* Martynenko et al. 2005

Субасс. *B.p.-T.c. cicerbitetosum uralensis* Martynenko et al. 2005 ^{**}

**Продромус сообществ, формирующихся на месте сведенных темнохвойных
 травяных лесов ЮУР**

Класс **ASARO EUROPAEI-ABIETETEA SIBIRICAE** Ermakov, Mucina et Zhitlukhina in Willner et al. 2016

Порядок **ABIETETALIA SIBIRICAE** (Ermakov in Ermakov et al. 2000) Ermakov 2006

Союз **Aconito septentrionalis-Piceion obovatae** Solomeshch, Grigoriev, Khaziakhmetov et Baisheva in Martynenko et al. 2008

Подсоюз *Aconito septentrionalis-Piceenion obovatae* Martynenko et al. 2008

Асс. *Cerastio pauciflori-Piceetum obovatae* Solomeshch et al. 1993 ex Martynenko et al. 2008^{k- **}

Субасс. *C.p.-P.o. betuletosum pubescentis* Shirokikh et al. 2012 ^{**}

Субасс. *C.p.-P.o. populetosum tremulae* Shirokikh et al. 2012 ^{**} (2)

Сооб. *Betula pubescens-Campanula glomerata* ^{**}

Асс. *Carici pilosae-Betuletum pubescentis* ass. nov. prov. ^{**}

Субасс. *C.p.-B.p. typicum* subass. nov. prov. ^{**} (5)

Субасс. *C.p.-B.p. caricetosum rhizinae* subass. nov. prov. ^{**} (4)

Асс. *Crepido sibiricae-Populetum tremulae* ass. nov. prov. ^{**}

Класс **MOLINIO-ARRHENATHERETEA** R. Tx. 1937

Порядок **CARICI MACROURAE-CREPIDETALIA SIBIRICAE** Ermakov et al. 1999

Сооб. *Carex pallescens-Calamagrostis arundinacea* ^{*_ **}

**Продромус сообществ, формирующихся на месте сведенных светлохвойных
 гемибореальных лесов ЮУР**

Класс **BRACHYPODIO PINNATI-BETULETEA PENDULAE** Ermakov, Koroljuk et Latchinsky 1991

Порядок **CHAMAECYTISO RUTHENICI-PINETALIA SYLVESTRIS** Solomeshch et Ermakov in Ermakov et al. 2000

Союз **Trollio europaea-Pinion sylvestris** Fedorov ex Ermakov et al. 2000

Асс. *Bupleuro longifoliae-Pinetum sylvestris* Fedorov ex Martynenko et al. 2003^{k- **}

Субасс. *B.l.-P.s. lathyretosum pisiformitis* Fedorov et Martynenko 2009^{k- **} (1)

Сооб. *Calamagrostis arundinacea-Betula pendula* ^{*}

Сооб. *Calamagrostis arundinacea-Populus tremula* ^{*}

Класс **MOLINIO-ARRHENATHERETEA** R. Tx. 1937

Порядок **CARICI MACROURAE-CREPIDETALIA SIBIRICAE** Ermakov et al. 1999

Союз **Polygonion krascheninnikovii** Kashapov ex Yamalov in Korolyuk 2016

Подсоюз *Polygonenion krasheninnikovii* Mukhamediarova ex Yamalov in Korolyuk et al. 2016

Б.с. *Carex rhizina-Calamagrostis arundinacea* [Chamaecytiso-Pinetalia]* (2)

Асс. *Anemonastro biarmiensis-Calamagrostietum arundinaceae* Shirokikh et al. 2018^{*-**}

Субасс. *A.b.-C.a. moehringietosum lateriflorae* subass. nov. prov.^{*-**} (2)

Класс EPILOBIETEA ANGUSTIFOLII Tüxen et Preising ex von Rochow 1951

Порядок GALEOPSIO-SENECIONETALIA SYLVATICI Passarge 1981

Союз ???

Асс. *Chamaenerio angustifolii-Cerastietum pauciflori* ass. nov. prov.^{*-**}

Субасс. *C.a.-C.p. bistortetum majoris* subass. nov. prov.^{*-**}

Продромус сообществ, формирующихся на месте сведенных бореальных сосновых лесов ЮУР

Класс VACCINIO-PICEETEA Br.-Bl. in Br.-Bl., Sissingh et Vlieger 1939

Порядок PINETALIA SYLVESTRIS Oberd. 1957

Союз *Brachypodio pinnati-Pinion sylvestris* Shirokikh et al. 2018 prov.

Б.с. *Carex rhizina-Pleurozium schreberi* [Vaccinio-Piceetea/Carici-Crepidetalia]* (2)

Б.с. *Vaccinium vitis-idaea-Pinus sylvestris* [Pinetalia sylvestris]* (3)

Асс. *Pleurospermo uralensis-Pinetum sylvestris* Martynenko et al. 2003^{к-**}

Субасс. *P.u.-P.s. anemonastretosum biarmiensis* subass. nov. prov.^{к-**} (3)

Класс MOLINIO-ARRHENATHERETEA R. Tx. 1937

Порядок CARICI MACROURAE-CREPIDETALIA SIBIRICAE Ermakov et al. 1999

Б.с. *Calamagrostis arundinacea-Molinia caerulea* [Pinetalia sylvestris/Chamaecytiso-Pinetalia]*

Союз *Polygonion krascheninnikovii* Kashapov 1985

Подсоюз *Polygonenion krasheninnikovii* Mukhamediarova ex Yamalov in Korolyuk et al. 2016

Асс. *Anemonastro biarmiensis-Calamagrostietum arundinaceae* Shirokikh et al. 2018^{*-**}

Субасс. *A.b.-C.a. typicum* subass. nov. prov.^{*-**} (2)

Класс BRACHYPODIO PINNATI-BETULETEA PENDULAE Ermakov, Koroljuk et Latchinsky 1991

Порядок CHAMAECYTISO RUTHENICI-PINETALIA SYLVESTRIS Solomeshch et Ermakov in Ermakov et al. 2000

Б.с. *Anemonastrum biarmiense-Betula pendula* [Carici-Crepidetalia/Chamaecytiso-Pinetalia]*

Союз *Trollio europaea-Pinion sylvestris* Fedorov ex Ermakov et al. 2000

Асс. *Bupleuro longifoliae-Pinetum sylvestris* Fedorov ex Martynenko et al. 2003

Субасс. *B.l.-P.s. lathyretosum pisiformitis* Fedorov et Martynenko 2009 (1)

Класс EPILOBIETEA ANGUSTIFOLII Tüxen et Preising ex von Rochow 1951

Порядок GALEOPSIO-SENECIONETALIA SYLVATICI Passarge 1981

Союз ???

Асс. *Chamaenerio angustifolii-Cerastietum pauciflori* ass. nov. prov.^{*-**}

Субасс. *C.a.-C.p. trollietosum europici* subass. nov. prov.^{*-**}

Класс ALNETEA GLUTINOSAE Br.-Bl. et Tx. ex Westhoff et al. 1946

Порядок ALNETALIA GLUTINOSAE R. Tx. 1937

Союз *Alnion glutinosae* Malcuit 1929

Сооб. *Alopecurus glaucus-Betula pubescens*** (2)

Сообщества вырубок на ранних стадиях восстановления (до формирования древесного яруса) синтаксономически интерпретируются на уровне базальных и дериватных сообществ с различными вариантами, отражающими сукцессионный статус восстановления растительности и древостоя. Основной вклад в фитоценотическое разнообразие раннесукцессионных сообществ вносят группы видов синантропной, рудеральной и лугово-опушечной растительности, в более редких случаях – заболоченных лесов класса *Alnetea glutinosae*. Другими критериями дифференциации сообществ на начальных этапах восстановительной сукцессии также являются состав и обилие древесных видов, массово возобновляющихся на вырубках, их возрастное состояние, механизмы возобновления (вегетативное, семенное), а также доминирование видов трав и кустарников, типичных для лесной и нелесной растительности. Наибольшее фитоценотическое разнообразие раннесукцессионных сообществ выявлено на равнинах Предуралья в сообществах вырубок широколиственных лесов союза *Aconito-Tilion* с преобладанием синантропных и рудеральных видов (*Lactuca serriola*, *L. tatarica*, *Cirsium setosum*, *Conyza canadensis*, *Sonchus arvensis* и др.), что обусловлено сильным разрушением структуры верхнего почвенного слоя. Наибольшее синтаксономическое разнообразие позднесукцессионных вторичных фитоценозов выявлено на вырубках хвойных лесов классов *Vaccinio-Piceetea* и *Asaro-Abietetea* в горах Южного Урала, что связано с проявлением экотопических различий при снятии влияния доминантов-эдификаторов (*Picea obovata* и *Abies sibirica*), степенью техногенного нарушения почвенного покрова, а также температурным фактором, влияние которого варьирует в зависимости от высотной поясности. По мере увеличения сукцессионного времени (количества лет после вырубки древостоя), на вырубках происходит снижение синтаксономического разнообразия раннесукцессионных сообществ.

Фитоценотическое разнообразие растительности зарастающих лесом залежей. Массовое возобновление древесных пород на месте заброшенных сельскохозяйственных (с/х) угодий приводит к формированию фитоценозов, сильно отличающихся по составу и структуре от зональных типов растительности. В растительности залежей, начиная с момента их заселения древесными видами до формирования сомкнутого древостоя, преобладают виды лугового и опушечного разнотравья классов *Molinio-Arrhenatheretea* и *Trifolio-Geranietea* (*Oberna behen*, *Pastinaca sylvestris*, *Senecio jacobaea* и др.), виды степной растительности класса *Festuco-Brometea* (*Poa angustifolia*, *Phleum phleoides*, *Galium verum* и др.), а также видов рудеральной и синантропной растительности классов *Artemisietea vulgaris* и *Sisymbrietea* (*Potentilla argentea*, *Convolvulus arvensis*, *Sonchus arvensis*, *Taraxacum officinale*, *Cirsium setosum*, *Picris hieracioides*, *Tussilago farfara* и др.), дифференцирующей растительность залежей от луговой. В формирующемся древесном ярусе преобладают *Betula pendula* и *Pinus sylvestris*. С увеличением возраста залежи увеличивается плотность древостоя, а обилие травяного полога снижается, но даже для березняков с проективным покрытием 80-90% характерно высокое участие лугово-опушечных видов.

Подобные фитоценозы невозможно отнести ни к одному из имеющихся классов травяной или лесной растительности. С учетом специфики флористического состава и масштаба их распространения, данные сообщества должны рассматриваться на уровне нового класса как новый тип растительности. Однако, на данном этапе это сделать невозможно, ввиду отсутствия достаточного количества геоботанических данных из других регионов. Поэтому в данной работе они представлены в ранге дериватных и

базальных сообществ, которые провизорно были отнесены к классам, представляющим луговую, опушечную и лесную растительность.

В результате проведенной классификации растительность изученных зарастающих древесными породами залежей ЮУР отнесена к 4 классам, 6 порядкам, 4 союзам, 1 подсоюзу, 2 ассоциациям (асс.), 11 базальным сообществам (б.с.), 21 дериватному сообществу (д.с.) и 42 вариантам (см. продромус). Из них новыми являются 11 базальных сообществ, 21 дериватное сообщество и 42 варианта. В продромусе в скобках указано количество вариантов.

Продромус растительности зарастающих лесом залежей ЮУР

Класс **TRIFOLIO-GERANIETEA SANGUINEI** Th. Müller 1962

Порядок **ORIGANETALIA VULGARIS** Th. Müller 1961

Союз **Geranion sanguinei** R. Tx. in Th. Müller 1962

Б.с. *Fragaria viridis-Anthemis subtinctoria* [Origanetalia vulgaris/Arrhenatheretalia]

Д.с. *Anthemis subtinctoria-Betula pendula* [Origanetalia vulgaris/Carpinetalia betuli] (2)

Класс **MOLINIO-ARRHENATHERETEA** R. Tx. 1937

Порядок **ARRHENATHERETALIA** R. Tx. 1931

Союз **Cynosurion** R. Tx. 1947

Б.с. *Psammophiliella muralis-Agrostis tenuis* [Cynosurion/Arrhenatheretalia]

Д.с. *Hieracium onegense-Betula pendula* [Arrhenatheretalia/Carpinetalia betuli]

Д.с. *Hieracium vaillantii-Betula pendula* [Arrhenatheretalia/Carpinetalia betuli] (2)

Б.с. *Agrostis tenuis-Cirsium setosum* [Cynosurion/Arrhenatheretalia]

Д.с. *Agrostis tenuis-Betula pendula* [Arrhenatheretalia/Carpinetalia betuli] (3)

Б.с. *Stachys palustris-Festuca pratensis* [Cynosurion/Festucion pratensis]

Д.с. *Conioselinum tataricum-Betula pendula* [Arrhenatheretalia/Carpinetalia betuli] (2)

Б.с. *Centaurea jacea-Deschampsia cespitosa* [Cynosurion/Arrhenatheretalia]

Д.с. *Centaurea jacea-Betula pendula* [Arrhenatheretalia/Carpinetalia betuli] (2)

Порядок **GALIETALIA VERI** Mirkin et Naumova 1986

Союз **Trifolion montani** Naumova 1986

Асс. *Amorio montanae-Festucetum pratensis* Mirkin ex Yamalov nova prov.(2)

Д.с. *Solidago vigaurea-Betula pendula* [Galietalia veri/Chamaecytiso-Pinetalia] (2)

Д.с. *Anthoxanthum odoratum-Betula pendula* [Galietalia veri/Chamaecytiso-Pinetalia] (2)

Б.с. *Fragaria viridis-Brassica campestris* [Galietalia veri]

Д.с. *Aegopodium podagraria-Pinus sylvestris* [Galietalia veri/Chamaecytiso-Pinetalia]

Б.с. *Melilotus officinalis-Pimpinella saxifraga* [Galietalia veri/Chamaecytiso-Pinetalia]

Д.с. *Hieracium dubium-Betula pendula* [Galietalia veri/Chamaecytiso-Pinetalia] (2)

Порядок **CARICI MACROURAE-CREPIDETALIA SIBIRICAE** Ermakov et al. 1999

Союз **Polygonion krascheninnikovii** Kashapov ex Yamalov in Korolyuk 2016

Подсоюз *Amorio montanae-Polygonienion krascheninnikovii* Yamalov in Korolyuk et al. 2016

Б.с. *Luzula pallidula-Bromopsis inermis* [Polygonion krascheninnikovii]

Д.с. *Trifolium medium-Betula pendula* [Polygonion krascheninnikovii/Chamaecytiso-Pinetalia]

Б.с. *Stachys palustris-Leucanthemum vulgare* [Polygonion krascheninnikovii]

Д.с. *Leucanthemum vulgare-Pinus sylvestris* [Polygonion krascheninnikovii/Chamaecytiso-Pinetalia]

Б.с. *Phleum phleoides-Bromopsis inermis* [Polygonion krascheninnikovii]

Д.с. *Heracleum sibiricum-Pinus sylvestris* [Polygonion krascheninnikovii/Chamaecytiso-Pinetalia] (2)

Б.с. *Poa angustifolia-Pimpinella saxifraga* [Cynosurion] (2)

Д.с. *Rhinanthus vernalis-Betula pendula* [Cynosurion/Chamaecytiso-Pinetalia]

Д.с. *Veronica spicata-Pinus sylvestris* [Cynosurion/Chamaecytiso-Pinetalia]

Акк. *Artemisio armeniacaе-Festucetum pratensis* Mukhamediarova 1988 (2)

Д.с. *Achillea nobilis-Betula pendula* [Polygonion krascheninnikovii/Chamaecytiso-Pinetalia] (2)

Д.с. *Potentilla anserina-Betula pendula* [Polygonion krascheninnikovii/Chamaecytiso-Pinetalia] (2)

Класс **CARPINO-FAGETEA** Jakucs ex Passarge 1968

Порядок **CARPINETALIA BETULI** P. Fukarek 1968

Д.с. *Epilobium montanum-Betula pendula* [Carpinetalia betuli] (5)

Класс **BRACHYPODIO PINNATI-BETULETEA PENDULAE** Ermakov, Koroljuk et Latchinsky 1991

Порядок **CHAMAECYTISO RUTHENICI-PINETALIA sylvestris** Solomeshch et Ermakov in Ermakov et al. 2000

Д.с. *Poa angustifolia-Betula pendula* [Chamaecytiso-Pinetalia] (3)

Д.с. *Bromopsis inermis-Betula pendula* [Chamaecytiso-Pinetalia] (3)

Д.с. *Festuca pseudovina-Betula pendula* [Chamaecytiso-Pinetalia] (2)

Высокое разнообразие сообществ на залежах во многом обусловлено режимом использования и управления (пашня, сенокос, пастбище, стойбище и т.п.) до и после вывода земель из с/х оборота, а также активным семенным возобновлением *Betula pendula* и *Pinus sylvestris*, обилие которых возрастает до 80-90% с увеличением возраста залежи.

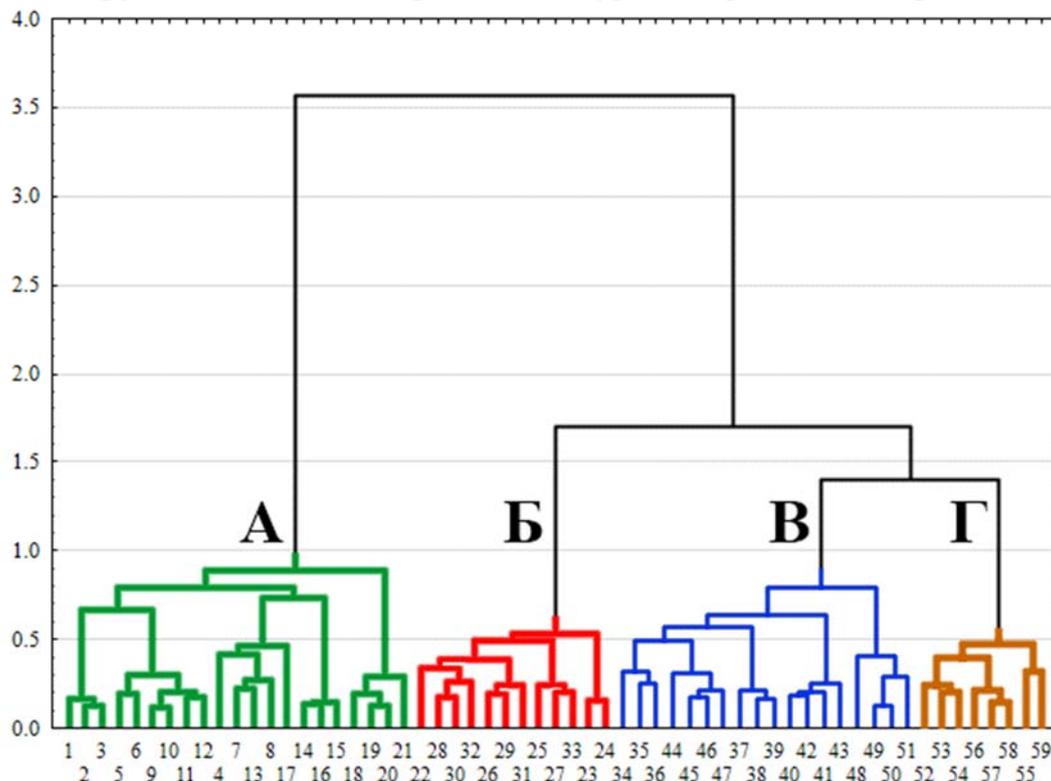
В различных геоботанических зонах ЮУР сообщества залежей с различными условиями заброшенности, определяющими состав видов-«первопроходцев», показали значительные флористические различия и высокое разнообразие раннесукцессионных сообществ. Практически каждая залежь обладает своей флористической индивидуальностью, отличается группой характерных или дифференцирующих видов, составом доминантов, либо отсутствием тех или иных групп видов. Данный вывод подтверждает проведенный иерархический кластерный анализ описанных синтаксонов (рисунок 1). Сообщества каждой конкретной залежи (от открытых травяных фитоценозов до сообществ с плотным древостоем) объединились в отдельные группы, которые на более высоком уровне соединяются в четыре кластера, соответствующие крупным геоботаническим зонам.

Фитоценозы залежей Башкирского Предуралья условно отнесены к союзу **Cynosurion** порядка **Arrhenatheretalia**, дифференцируются группой лугово-опушечных (*Hieracium onegense*, *H. vaillantii*, *Potentilla heidenreichii*, *Centaurea pseudophrygia* и др.), единично встречающихся лесных видов (*Ulmus glabra*, *U. laevis*, *Tilia cordata*, *Scrophularia nodosa*, *Campanula trachelium*, *Angelica sylvestris*), отсутствием видов смежных порядков **Molinietalia**, **Galietales veri** и **Carici-Crepidetalia**, а также преобладанием во флористическом составе приспособленного к вытаптыванию синантропного низкотравья (*Taraxacum officinale*, *Amoria repens*, *Potentilla anserina*, *Plantago major*, *Pimpinella saxifraga* и др.).

Сообщества залежей предгорий Южного Урала имеют наибольшее флористическое сходство с остепненными лугами и условно отнесены к порядку **Galietales veri**. От настоящих лугов порядка **Arrhenatheretalia** они дифференцируются присутствием группы лугово-степных видов (*Amoria montana*, *Filipendula vulgaris*, *Galium verum*, *Phleum phleoides*, *Seseli libanotis*, *Veronica spicata* и др.). От лесных лугов

порядка *Carici-Crepidetalia* отличаются отсутствием лесных и опушечных видов.

Сообщества незалесенных залежей горно-лесной части Южного Урала и Башкирского Зауралья дифференцируются группой лесных и опушечных видов (*Aconogonon alpinum*, *Lupinaster pentaphyllus*, *Thalictrum simplex*, *Viola canina*, *Primula macrocalyx*, *Lathyrus pisiformis* и др.). По флористическому составу они наиболее близки к остепненным лесным среднегорным лугам подсоюза *Amorio montanae-Polygonenion krascheninnikovii* порядка *Carici-Crepidetalia*. Однако, в отличие от типичных горных лугов союза *Polygonion krascheninnikovii*, в сообществах открытых залежей диагностический блок порядка *Carici-Crepidetalia* значительно ослаблен. Отсутствуют или слабо представлены лесные виды, такие как *Aegopodium podagraria*, *Vupleurum longifolium*, *Trollius europaeus*, *Brachypodium pinnatum* и др.



А – зона широколиственных и хвойно-широколиственных лесов (Башкирское Предуралье), Б – подзона северной широколиственной лесостепи (Предгорья Южного Урала), В – Южно-Уральская горная провинция, Г – подзона южной лесостепи (Башкирское Зауралье).

Рисунок 1 – Дендрограмма сходства-различия растительных сообществ залежей (коэффициент Сьеренсена-Чекановского, метод Уорда).

В подзоне южной лесостепи (Башкирское Зауралье), растительность залежей обогащена ксерофильными степными и лугово-степными видами класса *Festuco-Brometea* (*Galium verum*, *Achillea nobilis*, *Erysimum marschallianum*, *Artemisia armeniaca*, *Phlomidoides tuberosa*, *Helictotrichon schellianum* и др.).

Ведущим критерием при определении принадлежности растительности залежей к классу *Trifolio-Geranietea* являлось не только участие диагностических видов этого класса, но и соотношение групп диагностических (и аффинных) видов классов *Carpino-Fagetea*, *Brachypodio-Betuletea*, *Molinio-Arrhenatheretea* и *Festuco-Brometea* (Ямалов, Кучерова, 2009).

ГЛАВА 5 АНАЛИЗ ОСНОВНЫХ СУКЦЕССИОННЫХ СИСТЕМ ЕСТЕСТВЕННОГО ВОССТАНОВЛЕНИЯ РАСТИТЕЛЬНОСТИ НА ВЫРУБКАХ И ЗАЛЕЖАХ ЗАЛЕЖЕЙ ЮЖНО-УРАЛЬСКОГО РЕГИОНА

Характеристика сукцессионных систем хвойно-широколиственных лесов подсоюзов *Tilio-Piceenion* и *Tilio-Pinenion*. Закономерности естественного восстановления лесной растительности подсоюза *Tilio-Piceenion* будут рассмотрены на примере вырубок лесов асс. *Chrysosplenio alternifolii-Piceetum obovatae*, которые объединяют темнохвойно-широколиственные неморальнотравные леса ЮУР. После рубок этих лесов было выявлено шесть серий восстановительной сукцессии (рисунок 2), обусловленных проявлением различных вариантов эдафических и экотопических условий после прекращения эдификаторного влияния древостоя. На склонах северных экспозиций или в условиях сильного увлажнения (вблизи весенних или дождевых водотоков, в небольших понижениях) формируются длительно-производные осинники субасс. *Chrysosplenio alternifolii-Piceetum obovatae populetosum tremulae* (рисунок 2, серия I). В отсутствие осины сукцессия приводит к формированию сообществ с преобладанием липы и вяза порослевого происхождения, под пологом которых возобновляется растительный покров, типичный для сообществ исходного типа леса (рисунок 2, серия II). Восстановление широколиственных пород в данной серии идет значительно медленнее, чем в других сериях, что связано с сильными температурными инверсиями (Лацинский, 1981; Ballard, 2000; Дымов, Старцев, 2016).

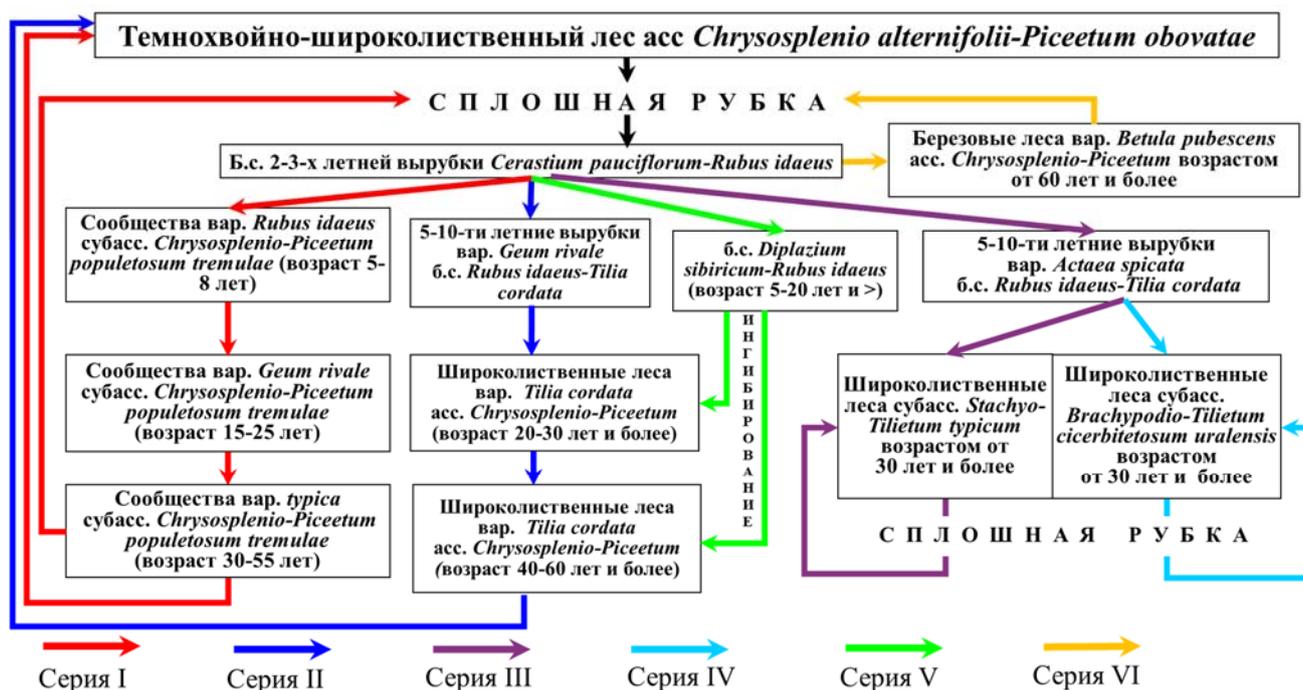


Рисунок 2 – Схема восстановительных сукцессий на вырубках темнохвойно-широколиственных лесов ассоциации *Chrysosplenio alternifolii-Piceetum obovatae*

У подножия склонов северных экспозиций на слабо развитых каменистых почвах с близким залеганием грунтовых вод, либо в узких крутых логах вблизи водотоков могут формироваться папоротниково-влажнотравные вторичные березовые леса асс. *Chrysosplenio-Piceetum* (рисунок 2, серия VI), под пологом которых возобновляются бореальные виды трав, кустарничков и темнохвойные породы. В

местах наибольшего нарушения почвенного покрова (складирования древесины, погрузки и стоянок техники) через 5-10 лет после рубки формируются лугово-кустарниковые сообщества с доминированием *Rubus idaeus*, характерные для сообществ вырубок темнохвойных лесов подзоны южной тайги (Давлетшина, Уланова, 1996; Уланова, 2006; Ulanova, 2000; Ulanova et al. 2007), но редко встречающиеся на вырубках лесов ЮУР. Данные сообщества ингибируют сукцессию на срок до 20 и более лет (рисунок 2, серия V).

Самыми распространенными являются серии с формированием липово-вязовых лесов подсоюза *Aconito-Tilienion* (рисунок 2, серии III-IV), для которых характерно отсутствие возобновления хвойных пород. К 30-ти годам после рубки на склонах южных экспозиций в менее увлажненных условиях формируются широколиственные вейниково-разнотравные леса асс. *Brachypodio pinnati-Tilietum cordatae* (рисунок 3, серия IV), а на склонах западных и восточных экспозиций – широколиственные липово-вязовые леса асс. *Stachyo sylvaticae-Tilietum cordatae* с более высоким затенением и низким видовым разнообразием (рисунок 2, серия III).

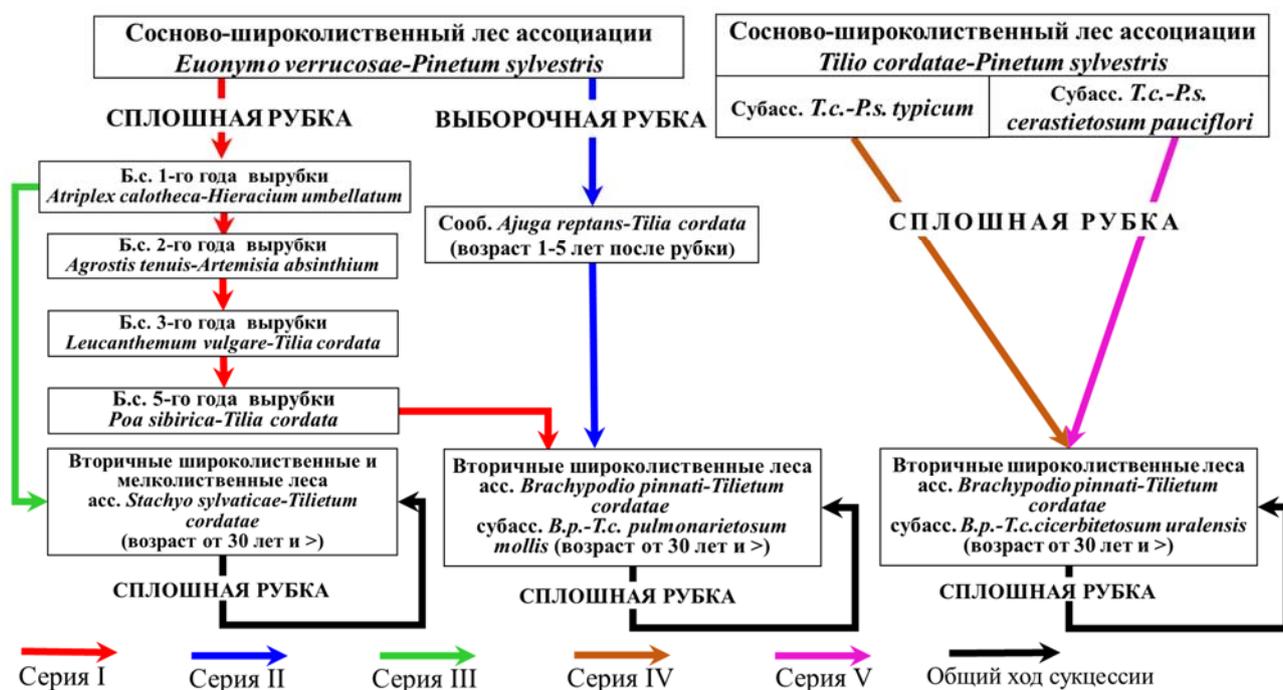


Рисунок 3 – Схема восстановительных сукцессий на вырубках сосново-широколиственных лесов подсоюза *Tilio cordatae-Pinenion sylvestris*

Таким образом, во всех сукцессионных сериях восстанавливается древостой преимущественно широколиственных (*Tilia cordata*, *Ulmus glabra*, *Acer platanoides*) и мелколиственных (*Populus tremula*) пород.

Подобная сукцессионная система выявлена при анализе восстановления растительности после рубок сосново-широколиственных лесов подсоюза *Tilio-Pinenion* (союз *Aconito-Tilienion*) (рисунок 3). Вырубка этих лесов приводит к быстрому формированию вторичных широколиственных, преимущественно вейниково-разнотравных лесов асс. *Brachypodio pinnati-Tilietum cordatae*, в более мезофитных условиях – снытево-разнотравных лесов асс. *Stachyo sylvaticae-Tilietum cordatae*.

Характеристика сукцессионной системы темнохвойных гемибореальных лесов подсоюза *Aconito-Piceenion* на примере асс. *Cerastio pauciflori-Piceetum obovatae*. Начальные стадии сукцессий этих лесов выявить не удалось, поскольку

большая их часть находится на охраняемых природных территориях, где лесохозяйственная деятельность прекращена более 50 лет назад. Тем не менее, было выявлено шесть серий восстановительных сукцессий (рисунок 4). На формирование конечных стадий сильное влияние оказывают экотопические различия. На высоте 700-1000 м над ур. м., распространены преимущественно темнохвойные леса субасс. *C.p.-P.o. pulmonarietosum mollis* Martynenko et al. 2008. На их вырубках в более сухих условиях формируются длительно-производные березовые леса субасс. *C.p.-P.o. betuletosum pubescentis* (рисунок 4, серия V), а в более сырых местах сукцессия идет через стадию мезофитных высокотравных осинового леса, субасс. *C.p.-P.o. populetosum tremulae* (рисунок 4, серия VI). В данных сообществах очень часто встречаются темнохвойные породы, которые создают высокое обилие во втором древесном ярусе. Восстановление растительности исходного типа леса в этих сериях идет по классической схеме со сменой мелколиственных пород на темнохвойные.

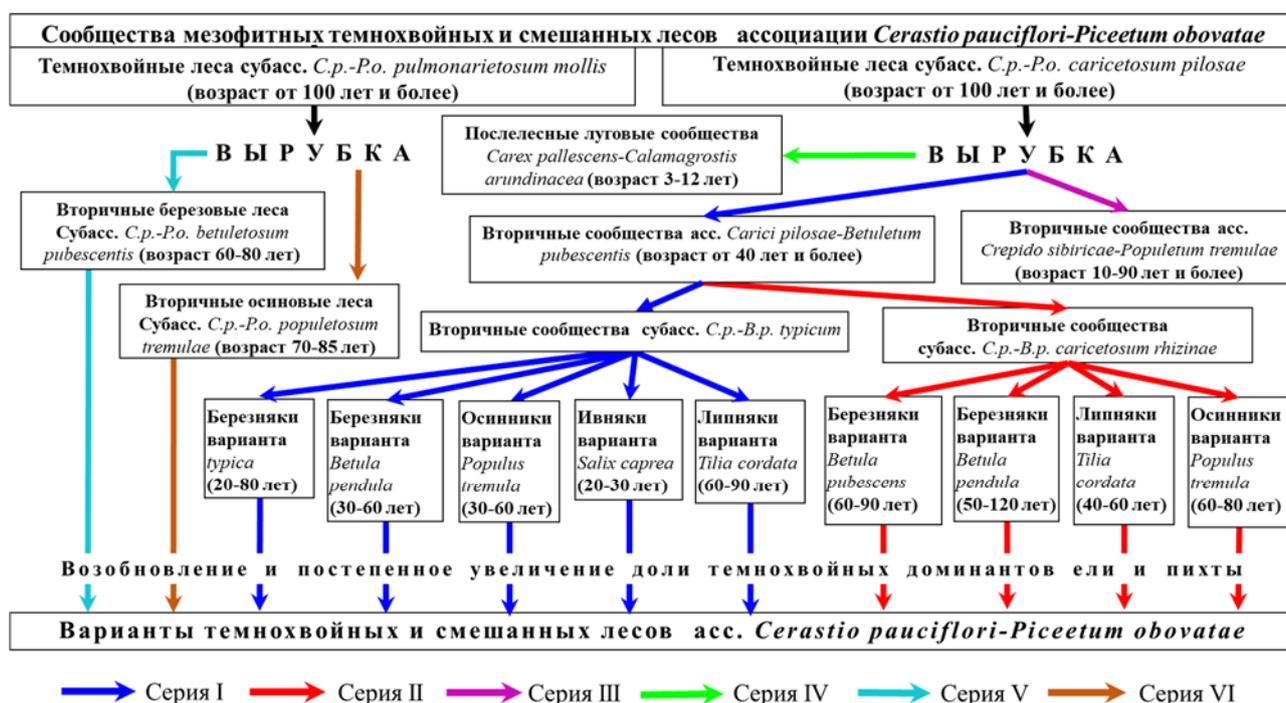


Рисунок 4 – Схема восстановительных сукцессий на вырубках темнохвойных и смешанных лесов ассоциации *Cerastio pauciflori-Piceetum obovatae*

Максимальное разнообразие сообществ разных сукцессионных серий отмечено при рубке темнохвойных лесов субасс. *C.p.-P.o. caricetosum pilosae* Martynenko et al. 2008 (рисунок 4, серии I-IV), распространенных на пологих склонах и у подножий хребтов Южного Урала. Эти леса фактически образуют сплошной пояс на высоте 500-750 м над ур.м. После вырубке этих лесов в местах с близким залеганием грунтовых вод формируются длительно-производные широколиственные осинники асс. *Crepido sibiricae-Populetum tremulae* (рисунок 4, серия III). Восстановление исходного типа леса из этих сообществ невозможно, поскольку плотный травяной полог высокотравья препятствует возобновлению темнохвойных пород и бореальных видов класса *Vaccinio-Piceetea*. Данная серия восстановления имеет широкое распространение в нижнем лесном поясе Южного Урала. В более сухих условиях формируются вторичные березовые леса асс. *Carici pilosae-Betuletum pubescentis* (рисунок 4, серии I-II), которые в дальнейшем подвергаются дивергенции, образуя множество вариантов сообществ со сходным флористическим составом и присутствием темнохвойных пород

в подросте, но различающихся по доминированию видов в древесном ярусе, которое зависит от того, насколько активно идет порослевое пневое или корневое возобновление, а также от наличия рядом источников обсеменения. При этом наибольшее распространение имеют серии с формированием вторичных березовых и осиновых лесов. В редких случаях формируются послелесные луговые сообщества *Carex pallescens-Calamagrostis arundinacea*, имеющие признаки заболачивания и представляющие стадию ингибирования (рисунок 4, серия IV). Можно прогнозировать, что на вырубках лесов субасс. *C.p.-P.o. pulmonarietosum mollis* полное восстановление исходного типа леса произойдет через 1-2 генерации вторичных лесов. В производных лесах субасс. *C.p.-P.o. caricetosum pilosae* восстановление растительности будет протекать значительно медленнее в связи с меньшим участием подроста темнохвойных пород.

Характеристика сукцессионных систем широколиственных лесов подсоюза *Aconito-Tilienion* на примере асс. *Stachyo sylvaticae-Tilietum cordatae*. Схема восстановительных сукцессий на вырубках этих лесов включает девять серий, формирующихся в зависимости от степени антропогенного воздействия (рисунок 5). Две серии (рисунок 5, серия I, II) связаны с рубками в зимний период, когда нарушение напочвенного покрова минимальное. Первая серия связана с активным возобновлением осины и формированием вторичных осинников, которые задерживают восстановление коренных пород в древостое на 60-80 лет (рисунок 5, серия I). Вторая серия связана с разрастанием лещины и последующим порослевым возобновлением широколиственных пород (рисунок 5, серия II).

Семь серий связаны с летними рубками (рисунок 5, серии III-IX), сопровождающимися сильным нарушением напочвенного покрова. В большинстве случаев происходит занос на вырубки большого количества семян сорных растений (серии III-V) с преобладанием видов классов *Sisymbrietea* и *Artemisietea vulgaris*. На этой стадии отмечается обильное возобновление широколиственных пород пневого происхождения. Через 5-6 лет после рубки, в связи с разрастанием *Corylus avellana*, происходит выпадение многих «чужеродных» видов, и варианты серии III-V конвергируют в одно сообщество. На 8-15-летних вырубках липа, клен и вяз перерастают лещину, а сообщества переходят в вариант *Galium aparine* субасс. *S.s.-T.c. typicum*. Через 20-30 лет сообщества вырубков представлены уже липово-вязовыми лесами вар. *Corylus avellana* субасс. *S.s.-T.c. typicum* с высотой древостоя 10-14 м и проективным покрытием 80-90%.

При летних рубках также возможно формирование вторичных осинников (рисунок 5, серия IX), в древесном ярусе которых (при отсутствии дальнейших рубок) происходит постепенное замещение осины на широколиственные породы деревьев. При формировании высокотравных сообществ с доминированием *Chamaenerion angustifolium* (L.) Scop. (рисунок 5, серия VIII), которые более характерны для других типов вырубок ЮУР, происходит ингибирование восстановительной сукцессии на 20 и более лет. В ряде случаев, на месте вырубков широколиственных лесов создаются культуры хвойных пород (рисунок 5, серии VI, VII). Сообщества культур сосны близки по флористическому составу с условно-коренными широколиственными лесами за исключением доминанта древесного яруса. После рубки сосны сукцессия пойдет по одному из путей восстановления, в зависимости от степени нарушения напочвенного покрова. В серии с формированием культур ели (*Picea obovata*) формируются совершенно иные сообщества – ельники редкотравные с элементами зеленомошников асс. *Aegopodio podagrariae-Piceetum obovatae* (рисунок 5, серия VI).

Характеристика сукцессионной системы гемибореальных лесов союза *Trollio-Pinion* на примере асс. *Bupleuro longifoliae-Pinetum sylvestris*. После рубки этих лесов восстановительная сукцессия может протекать по четырем направлениям (рисунок 6). В первые годы происходят массовое разрастание *Calamagrostis arundinacea* и возобновление мелколиственных пород. Через 7-15 лет, в зависимости от режима увлажнения, формируются сообщества с преобладанием подроста осины (рисунок 6, серия I) или березы (рис. 6, серия II), которые через 30-40 лет замещаются вторичными березово-осиновыми лесами субасс. *B.l.-P.s. lathyretosum pisiformitis*.

В редких случаях в пониженных элементах рельефа, где происходит накопление влаги, формируются луга с плотным травостоем, препятствующим возобновлению древесных видов до 20 и более лет (рисунок 6, серия III). В местах сжигания и складирования порубочных остатков распространены сообщества с доминированием иван-чая, являющиеся еще одной длительной ингибирующей стадией (рисунок 6, серия IV). Во всех сериях естественное возобновление коренной породы (*Pinus sylvestris*) возможно только при низовом пожаре или проведении искусственного пала.

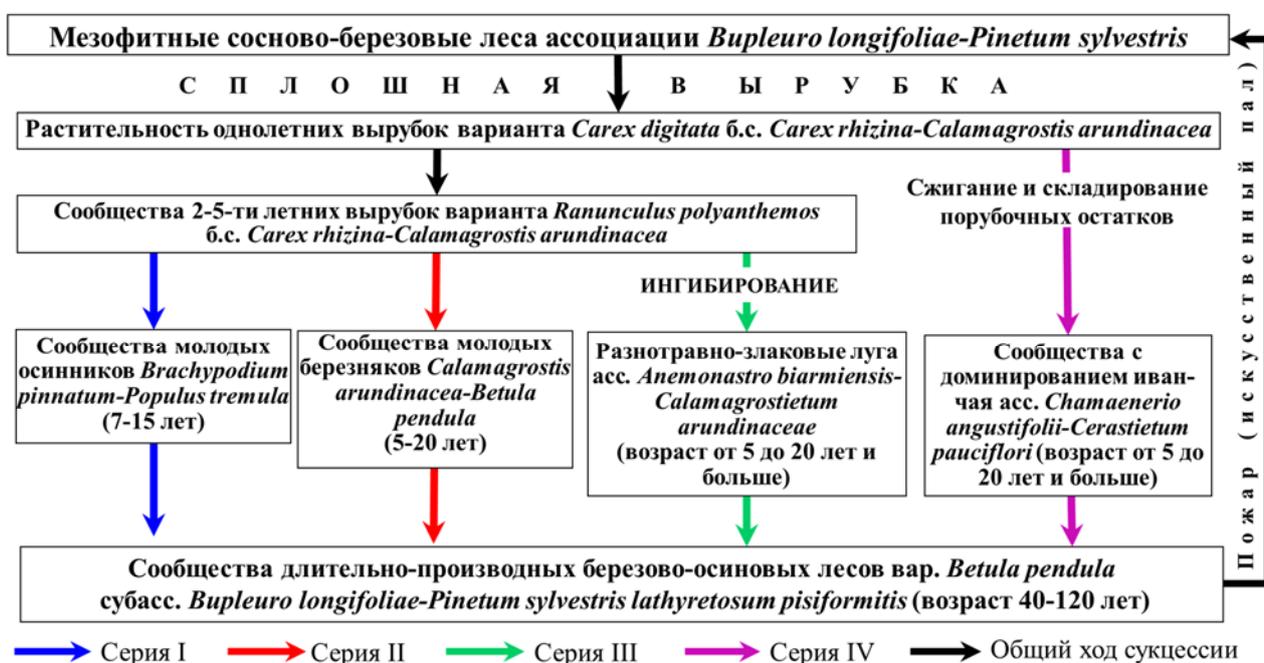


Рисунок 6 – Схема восстановительных сукцессий на вырубках светлохвойных и смешанных лесов ассоциации *Bupleuro longifoliae-Pinetum sylvestris*

Характеристика сукцессионной системы бореальных сосновых лесов союза *Brachypodio pinnati-Pinion sylvestris* на примере асс. *Pleurospermo uralensis-Pinetum sylvestris*. Выявлено шесть серий восстановительной сукцессии (рисунок 7). В первый год после сплошной рубки формируются сообщества, характеризующиеся сильно нарушенным мозаичным травяно-моховым покровом. В дальнейшем проявляется процесс дивергенции, обусловленный изменением почвенно-гидрологических условий, связанных с увеличением поступления влаги и снижением суммарного испарения (Кашеев, 1953), а также уровнем инсоляции и степенью нарушения травяно-мохового покрова. На более дренированных участках начинается массовое семенное возобновление березы (рисунок 7, серия I), а в более мезофитных условиях проявляется ингибирование сукцессии с формированием заболоченных березняков класса *Alnetea glutinosae* (рисунок 7, серия V), либо высокотравных лугов асс. *Anemonastro biarmiensis-Calamagrostietum arundinaceae* (рисунок 7, серия IV), а в местах сжигания порубочных остатков – сообществ асс. *Chamaenerio angustifolii-Cerastietum pauciflori*

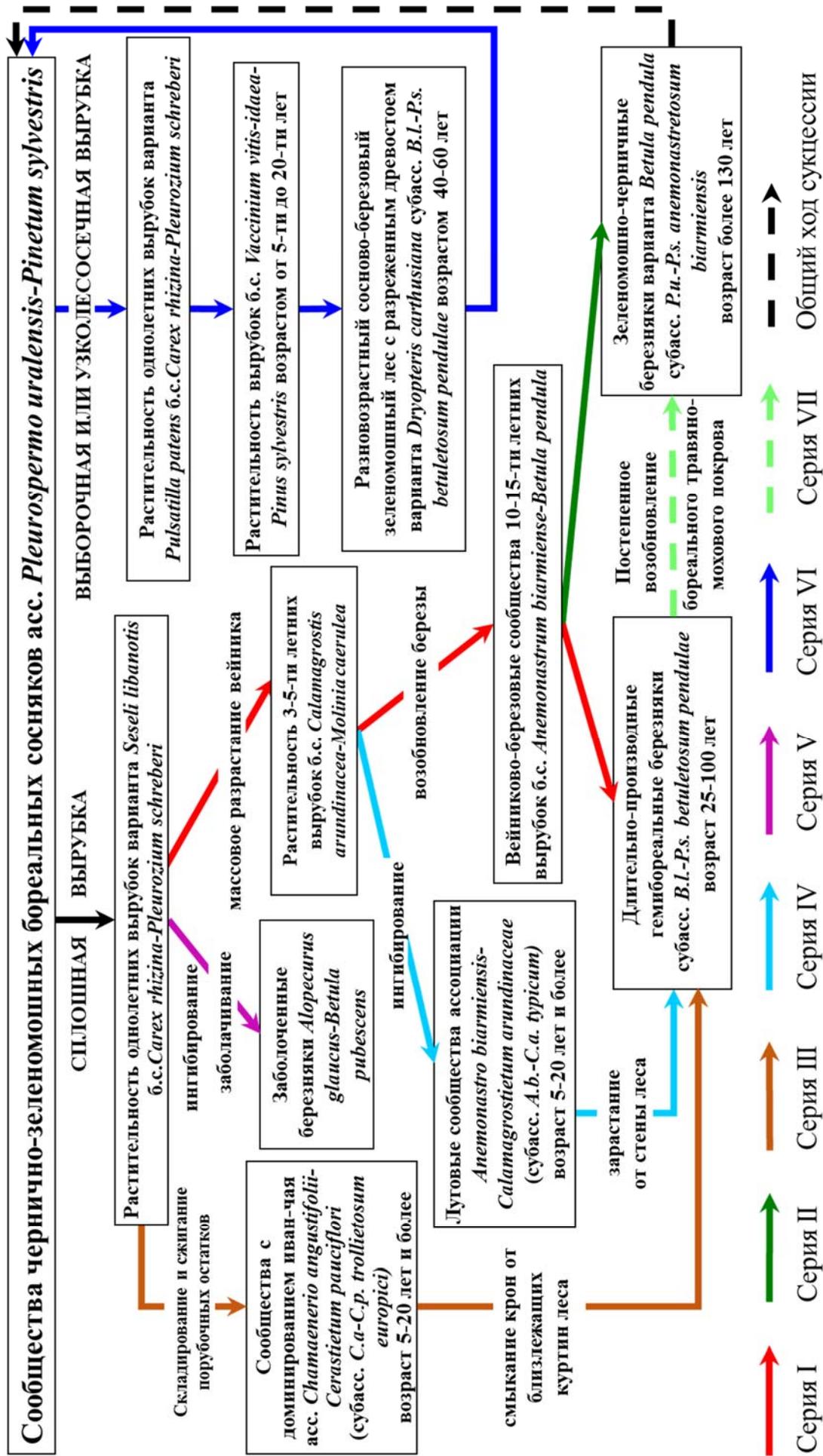


Рисунок 7 – Схема восстановительных сукцессий на вырубках сосновых бореальных лесов ассоциации *Pleurospermo uralensis-Pinetum sylvestris*

с доминированием иван-чая (рисунок 7, серия III). Продолжительность ингибирующих стадий может составлять более 20 лет, при этом наиболее длительной является стадия заболачивания. Основным направлением восстановительной сукцессии является серия с формированием вторичных гемибореальных мелколиственных лесов класса *Brachypodio-Betuletea* (рисунок 7, серия I). Уже через 25 лет после рубки образуются длительно-производные березняки субасс. *Bupleuro longifoliae-Pinetum sylvestris betuletosum pendulae* с равномерно сомкнутым древостоем высотой 8-12 м и проективным покрытием 60%. В редких случаях, по краям вырубки, находящимся в непосредственной близости от условно-коренных зеленомошных лесов, могут формироваться зеленомошно-черничные березняки варианта *Betula pendula* асс. *Pleurospermo-Pinetum* класса *Vaccinio-Piceetea* (рисунок 7, серия II). На северных склонах возможен процесс перехода перестойных вторичных гемибореальных березняков субасс. *Bupleuro longifoliae-Pinetum sylvestris betuletosum pendulae* в сообщества березняков зеленомошно-черничных варианта *Betula pendula* асс. *Pleurospermo-Pinetum* (рисунок 7, серия VII).

При выборочных или узко-лесосечных рубках (рисунок 7, серия VI), которые проводятся довольно редко, сохраняется частичное затенение от оставшихся деревьев или от стены леса, что обуславливает сохранение основной части бореального напочвенного покрова и условий для естественного возобновления сосны (Мартыненко, 2012, Кунафин, 2014). Через 3-5 лет после рубки наблюдается активное естественное возобновление сосны и развитие бореальных напочвенных мхов с образованием б.с. *Vaccinium vitis-idaea-Pinus sylvestris*. В возрасте 40-60 лет места выборочных рубок занимают сосновые леса, флористически близкие к условно-коренному лесу асс. *Pleurospermo-Pinetum*, но с более сложной структурой древостоя.

Таким образом, сплошная рубка бореальных лесов ЮУР приводит к сокращению ареала их распространения и замещению на вторичные гемибореальные березовые леса асс. *Bupleuro-Pinetum*. Восстановление исходного типа леса возможно только при выборочных рубках, при этом длительность восстановления растительности сокращается на 100-150 лет. В этом случае сохраняются подрост коренных доминантов, виды травяно-кустарничкового и мохового ярусов, а также исключается стадия ингибирования.

Характеристика сукцессионных систем зарастающих лесом залежей. В отличие от сукцессий, протекающих на вырубках, спонтанное восстановление залежей – это сложный и еще более длительный процесс, зависящий от множества факторов. Скорость прохождения каждой стадии может сильно варьировать, в зависимости от природно-климатических и эдафических условий (Разумовский, 1981; Люри и др., 2010), а также от расстояния до источника семян (Коротков, 1992; Смирнова и др., 1992; Grashof-Bokdam, 1997; Yao et al., 1999; Prevosto et al. 2004;) и трофической деятельности животных (Формозов, 1976; Нечаев, 2001; Евстигнеев, 2010). На залежах ЮУР установлено отсутствие возобновления основных лесообразующих пород (липы, клена, вяза, дуба, пихты, ели), входящих в состав рядом расположенных лесных массивов. Эти территории практически всегда массово зарастают пионерным видом – березой (*Betula pendula*), что обусловлено ее ежегодным интенсивным семеношением, большой численностью и распространением семян на значительное расстояние, быстрым ростом всходов (Данченко, 1993; Saramaki, 2004; Юрковских, 2018 и др.). В более редких случаях, при наличии вблизи источника обсеменения, на залежах наблюдается массовое возобновление сосны (*Pinus sylvestris*). На залежах ЮУР выявлено 16 серий восстановительных сукцессий. В отличие от восстановительных

сукцессий вырубок, сукцессии на залежах характеризуются линейностью и единообразием. Каждая серия включает 3-4 стадии, которые отражены на уровне ассоциаций, базальных и дериватных сообществ с их различными вариантами. Каждая стадия отличается степенью развитости древостоя и травяного яруса, состоящего преимущественно из рудеральных и луговых видов. Обобщенная схема сукцессионных серий изученных залежей представлена на рисунке 8. Подробные сукцессионные схемы представлены в материалах диссертации.

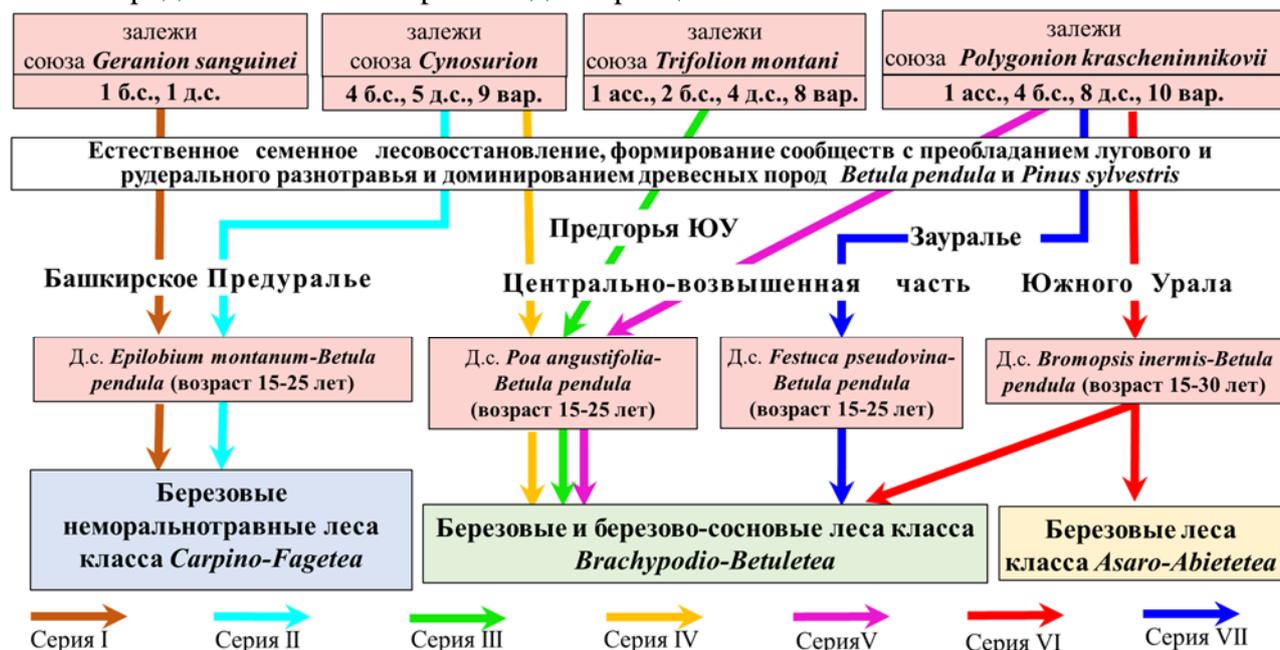


Рисунок 8 – Обобщенная сукцессионная схема естественного восстановления растительности на залежах ЮУР

В общем виде, стадии всех серий можно охарактеризовать следующим образом:

1-я стадия представлена сообществами низкотравных лугов и лесных опушек классов *Molinio-Arrhenatheretea*, реже – *Trifolio-Geranietea*, обогащенных рудеральными видами в результате длительного антропогенного пресса в прошлом. Древостой либо отсутствует, либо представлен 3-5-летним подростом березы и сосны высотой 0,3-0,5 м и проективным покрытием до 5% (реже до 10%). Проективное покрытие травяного яруса варьирует от 50 до 85%.

2-я стадия отличается более развитым древостоем высотой 2-3 м, проективное покрытие которого, в случае возобновления березы, достигает 20-45%. Если преобладает сосна, то древесный полог более разрежен (15-30%). Средний возраст деревьев 5-6 лет. В остальном, флористический состав и проективное покрытие травяного яруса соответствует сообществам открытых залежей первой стадии.

3-я стадия объединяет фитоценозы с хорошо развитым древесным ярусом высотой 4-5 м и проективным покрытием 50-65%. Возраст древостоя составляет 8-10 лет. Травостой более разреженный (с проективным покрытием 35-45%), по сравнению с сообществами 2-й стадии, в основном, за счет снижения обилия злакового разнотравья (*Poa angustifolia*, *Agrostis tenuis*, *Bromopsis inermis*) и некоторых рудеральных видов.

4-я стадия объединяет мертвопокровные березовые или березово-сосновые молодняки высотой 6-12 м, образующие плотный древесный полог с проективным покрытием 80-95%. Возраст древостоя варьирует от 15 до 25 и более лет. Травяной ярус практически не развит, его обилие изредка достигает 5-10%. Флористический состав

сообществ сильно обеднен и представлен луговыми и рудеральными видами.

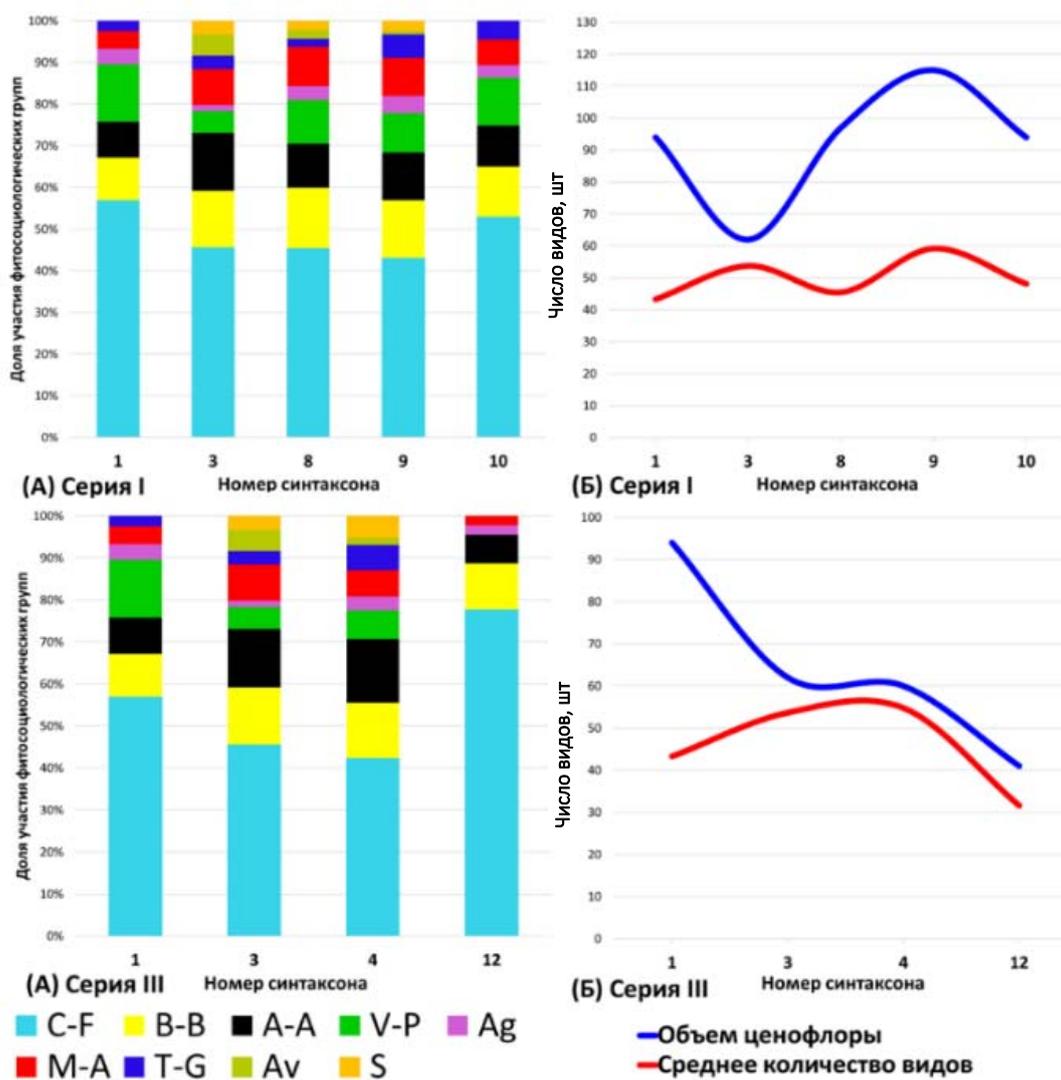
Первые три стадии восстановления растительности залежей характеризуются высоким разнообразием сообществ (рисунок 8), поскольку влияние вида с/х использования (пашня, сенокос, пастбище) до и после вывода земель из оборота сохраняется в сукцессионных рядах, поддерживая флористические различия между сообществами каждой залежи, что приводит к генерации альтернативных сукцессионных состояний. В то же время, после вывода земель из оборота степень и характер предыдущих нарушений сообществ залежей не влияют на спонтанное массовое лесовосстановление и скорость сукцессии на этих участках.

По мере усиления эдификаторного влияния возобновляющегося древостоя происходит снижение влияния начальных условий и нивелирование флористических различий, что в свою очередь приводит к конвергенции сообществ. В ходе сукцессии все выявленное разнообразие растительности залежей сходится к четырем дериватным сообществам (4-я стадия восстановления), представляющим флористически бедные мертвопокровные длительно-производные березовые и березово-сосновые фитоценозы (рисунок 8). Скорость сукцессии высока в течение первых 12-15 лет и замедляется с момента образования мертвопокровных фитоценозов с доминированием березы или сосны. Окончательный состав растительных сообществ не может быть точно определен, поскольку он зависит от текущих внешних воздействий и динамических абиотических условий. Тем не менее, при отсутствии антропогенного воздействия, сукцессия на залежах будет идти под влиянием контактирующей с залежами лесной растительности, которая в конечном итоге и будет определять видовой состав на более поздних стадиях сукцессии. Формирование лесного травостоя, характерного для зональных типов лесной растительности, может занять значительно большее время, по сравнению с сукцессиями на вырубках, поскольку на залежах практически полностью отсутствует лесная флора.

ГЛАВА 6 АНАЛИЗ ФИТОРАЗНООБРАЗИЯ СООБЩЕСТВ ВЫРУБОК И ЗАЛЕЖЕЙ ЮЖНО-УРАЛЬСКОГО РЕГИОНА

В данной главе для каждой выявленной сукцессионной серии на вырубках и залежах ЮУР проанализированы изменения флористического состава сообществ при естественном восстановлении, а также проведена оценка степени восстановления климаксовой растительности. На примере нескольких основных серий показана динамика видового разнообразия сообществ, формирующихся при восстановительной сукцессии после рубки древостоя в различных классах лесной растительности.

Динамика фиторазнообразия сообществ вырубок на месте сведенных темнохвойно-широколиственных лесов подсоюза *Tilio-Piceenion* рассмотрена на примере основных серий восстановительных сукцессий с формированием осинового и широколиственных лесов на вырубках лесов асс. *Chrysosplenio alternifolii-Piceetum obovatae*. Восстановление лесной растительности на ранних стадиях идет по типу слабого нарушения почвенного покрова, когда изменяются обилие и ценотические позиции естественной флоры при незначительном участии «чужеродной», поскольку массовое разрастание малины и высокая плотность травяного полога в большинстве случаев затрудняют проникновение рудеральных видов. Во всех сериях (рисунок 9) на ранних этапах восстановления отмечено снижение разнообразия видов, аффинных классам *Carpino-Fagetea* (*Actaea spicata*, *Galium odoratum*, *Festuca altissima* и др.)



Классы растительности: C-F – *Carpino-Fagetea*, B-B – *Brachypodio-Betuletea*, A-A – *Asaro-Abietetea*, Av – *Artemisietea vulgaris*, S – *Sisymbrietea*, P-P – *Polygono-Poëtea*, M-A – *Molinio-Arrhenatheretea*, T-G – *Trifolio-Geranietea*, V-P – *Vaccinio-Piceetea*, F-B – *Festuco-Brometea*, Ag – *Alnetea glutinosae*, G-U – *Galio-Urticetea*, Ea – *Epilobion angustifolii*. В последующих рисунках использованы те же сокращения.

Серия I – формирование осиновых лесов асс. *Chrysosplenio alternifolii-Piceetum obovatae*; Серия III – формирование вторичных широколиственных лесов асс. *Stachyo-Tilietum*. Синтаксоны: 1 – асс. *Chrysosplenio alternifolii-Piceetum obovatae*, 3 – б.с. *Cerastium pauciflorum-Rubus idaeus*, 4 – вар. *Actaea spicata* б.с. *Rubus idaeus-Tilia cordata*, 8-10 – разновозрастные состояния сообществ субасс. *C.a.-P.o. populetosum tremulae* (8 – вар. *Rubus idaeus*, 9 – вар. *Veratrum lobelianum*, 10 – вар. *typica*), 12 – вар. *Matteuccia struthiopteris* субасс. *S.s.-T.c. typicum*.

Рисунок 9 – Средневзвешенный фитосоциологический спектр и параметры фиторазнообразия сообществ вырубок темнохвойно-широколиственных лесов подсоюза *Tilio-Piceenion* на примере основных сукцессионных серий асс.

Chrysosplenio alternifolii-Piceetum obovatae

и *Vaccinio-Piceetea* (*Gymnocarpium dryopteris*, *Maianthemum bifolium*, *Atragene sibirica*, *Pleurozium schreberi* и др.). Одновременно увеличиваются обилие и ценотические позиции видов высокотравья, аффиных классам *Asaro-Abietetea* и *Molinio-*

Arrhenatheretea (*Aconitum lycoctonum*, *Crepis sibirica*, *Cicerbita uralensis*, *Delphinium elatum* и др.). При формировании вторичных осиновых лесов асс. *Chrysosplenio alternifolii-Piceetum obovatae* (рисунок 9, серия I) на более поздних стадиях сукцессии часть видов класса *Vaccinio-Piceetea* восстанавливается. Кроме того, происходит повторное обогащение лесными и луговыми видами (рисунок 9 Б, серия I, синтаксоны 8-9). На заключительной стадии происходят изменения фитосоциологического спектра и видового разнообразия до уровня показателей исходного типа леса. Сходная динамика флористического состава отмечена в сериях с формированием вторичных липовых лесов вар. *Tilia cordata* и березняков вар. *Betula pubescens* асс. *Chrysosplenio alternifolii-Piceetum obovatae*.

При формировании лесов асс. *Stachyo-Tilietum* (рисунок 9 А, серия III) спектр сообществ значительно упрощается. Снижается доля участия луговых видов класса *Molinio-Arrhenatheretea*, полностью исчезают бореальные виды класса *Vaccinio-Piceetea* и лугово-опушечные виды класса *Trifolio-Geranietea*, что приводит к резкому снижению фиторазнообразия (рисунок 9 Б, серия III). В более засушливых условиях формируются леса асс. *Brachypodio-Tilietum*. При этом усиливаются ценотические позиции и обилие видов гемибореальных лесов класса *Brachypodio-Betuletea*, особенно *Calamagrostis arundinacea*, *Brachypodium pinnatum* и *Rubus saxatilis*. При этом, средние показатели видовой насыщенности остаются низкими, что характерно для условно-коренных широколиственных лесов ЮУР.

Наилучшее восстановление ценофлоры после рубки происходит в серии с формированием осинников асс. *Chrysosplenio alternifolii-Piceetum obovatae* (таблица 1).

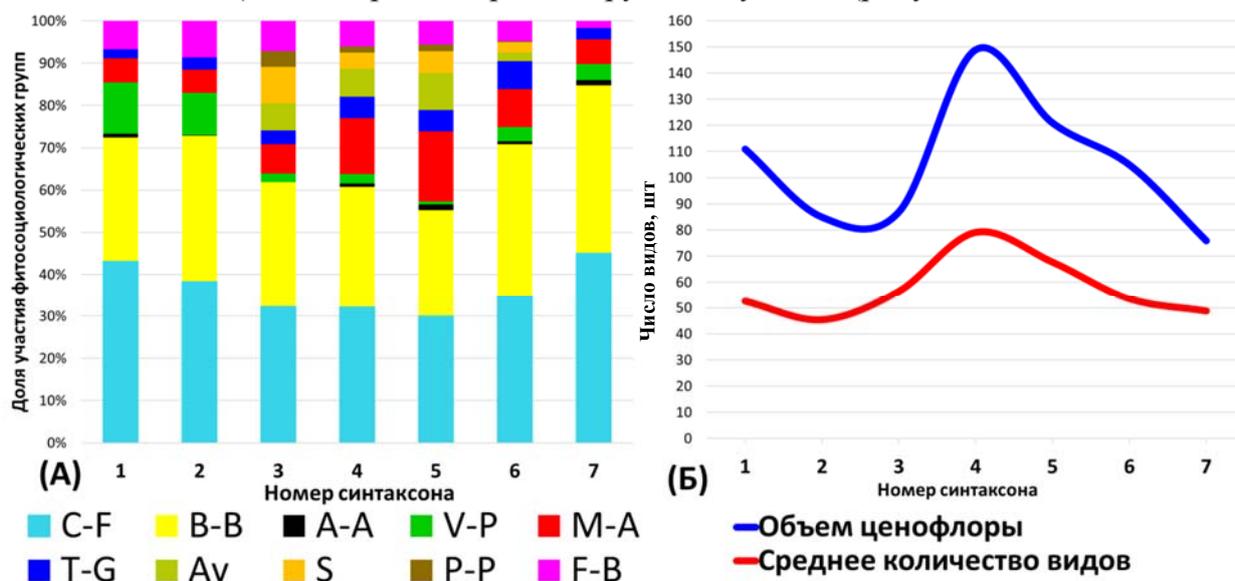
Таблица 1 - Матрица мер включения ценофлор сообществ вырубков и условно-коренных лесов подсоюза *Tilio-Piceenion*

Синтаксон	Возраст, лет	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
	>80	>80	5-20	2-3	5-10	5-10	20-30	40-60	5-8	15-25	40-60	60-80	40-60	40-60
1	>80	*	77,4	77,8	83,1	85,5	91,1	88,4	74,5	73,8	85,1	89,5	92,7	76,3
2	5-20	39,8	*	65,1	55,4	52,2	53,6	52,2	43,1	37,7	42,6	52,6	65,9	36,6
3	2-3	47,6	77,4	*	69,2	66,7	67,9	63,8	52,0	46,7	49,5	52,6	70,7	43,0
4	5-10	52,4	67,9	71,4	*	71,0	69,6	66,7	54,9	49,2	55,4	56,1	65,9	45,2
5	5-10	57,3	67,9	73,0	75,4	*	76,8	68,1	60,8	52,5	56,4	68,4	73,2	45,2
6	20-30	49,5	56,6	60,3	60,0	62,3	*	81,2	45,1	43,4	50,5	57,9	70,7	46,2
7	40-60	59,2	67,9	69,8	70,8	68,1	88,3	*	54,9	54,1	60,4	66,7	82,9	55,9
8	5-8	73,8	83,0	84,1	86,2	89,9	82,1	81,2	*	67,2	73,3	86,0	85,4	60,2
9	15-25	87,4	86,8	90,5	92,3	92,8	94,6	95,7	80,4	*	89,1	82,5	90,2	78,5
10	40-60	89,5	81,1	79,4	86,2	82,6	91,1	88,4	72,5	73,8	*	84,2	98,1	73,1
11	60-80	69,5	56,6	47,6	49,2	56,5	58,9	55,1	48,0	38,5	47,5	*	58,5	39,8
12	40-60	36,9	50,9	46,0	41,5	43,5	51,8	49,3	34,3	30,3	40,6	42,1	*	39,8
13	40-60	58,9	64,2	63,5	64,6	60,9	76,8	75,4	54,9	59,8	67,3	64,9	90,2	*

Синтаксоны: 1 – асс. *Chrysosplenio alternifolii-Piceetum obovatae*, 2 – б.с. *Diplazium sibiricum-Rubus idaeus*, 3 – б.с. *Cerastium pauciflorum-Rubus idaeus*, 4-5 – б.с. *Rubus idaeus-Tilia cordata* (4 – вар. *Actaea spicata*, 5 – вар. *Geum rivale*), 6-7 – вар. *Tilia cordata* асс. *Chrysosplenio alternifolii-Piceetum obovatae*, 8-10 – субасс. *C.a.-P.o. populetosum tremulae* (8 – вар. *Rubus idaeus*, 9 – вар. *Veratrum lobelianum*, 10 – вар. *typica*), 11 – вар. *Betula pubescens* асс. *Chrysosplenio alternifolii-Piceetum obovatae*, 12 – вар. *Matteuccia struthiopteris* субасс. *S.s.-T.c. typicum*, 13 – субасс. *B.p.-T.c. cicerbitetosum uralensis*.

Сходство видового разнообразия этих сообществ через 40 лет после рубки составляет 85,1-89,5% от ценофлоры исходного типа леса. Это связано, в первую очередь, с реактивной способностью осины быстро формировать сомкнутый древесный полог, под которым образуется более влажный и стабильный микроклимат. Серия сукцессии, связанная с формированием лесов вар. *Tilia cordata* асс. *Chrysosplenio alternifolii-Piceetum obovatae*, характеризуется более медленной скоростью восстановления растительности исходного типа леса. Значение мер взаимовключения в сообществах того же возрастного состояния значительно меньше (таблица 1). При формировании широколиственных лесов подсоюза *Aconito-Tilienion* сходство ценофлор существенно снижается.

Динамика фиторазнообразия сообществ вырубок на месте сведенных сосново-широколиственных лесов подсоюза *Tilio-Pinenion* представлена на примере вырубок лесов асс. *Euonymo verrucosae-Pinetum sylvestris*. Процесс естественного восстановления лесной растительности проходит по типу слабого нарушения напочвенного покрова. Основной является серия с формированием вторичных широколиственных лесов подсоюза *Aconito-Tilienion*, в ходе которой снижается доля участия видов классов *Carpino-Fagetea* и *Vaccinio-Piceetea* как при сплошной (рисунок 10 А, синтаксон 3), так и при выборочной рубке в кулисах (рисунок 10 А, синтаксон 2).



Синтаксоны: 1 – условно-коренной лес асс. *Euonymo-Pinetum*, 2 – сообщество выборочных узколесосечных вырубок *Ajuga reptans-Tilia cordata* (возраст 1-5 лет), 3 – б.с. *Atriplex calotheca-Hieracium umbellatum* (возраст 1 год), 4 – б.с. *Agrostis tenuis-Artemisia absinthium* (возраст 2 года), 5 – б.с. *Leucanthemum vulgare-Tilia cordata* (возраст 3 года), 6 – б.с. *Poa sibirica-Tilia cordata* (возраст 5 лет), 7 – субасс. *B.p.-T.c. pulmonarietosum mollis* асс. *Brachypodio pinnati-Tilietum cordatae* (от 30 и более лет).

Рисунок 10 – Средневзвешенный фитосоциологический спектр и параметры фиторазнообразия сообществ вырубок сосново-широколиственных лесов подсоюза *Tilio-Pinenion* на примере асс. *Euonymo verrucosae-Pinetum sylvestris* в серии с формированием вторичного широколиственного леса асс. *Brachypodio pinnati-Tilietum cordatae*

Одновременно с этим, в освободившиеся ниши внедряются рудеральные (*Sonchus arvensis*, *Cirsium setosum*, *Atriplex calotheca* и др.) и луговые (*Verbascum nigrum*, *Alchemilla vulgarissl.*, *Galium album*, *Achillea millefolium* и др.) виды классов

Sisymbrietea, *Artemisietea vulgaris* и *Molinio-Arrhenatheretea*, что через 2-3 года после рубки приводит к повышению видового разнообразия (рисунок 10 Б, синтаксоны 4-5). В отличие от сообществ вырубок широколиственных лесов, эти виды находятся в угнетенном состоянии и не создают существенного обилия. К 5-му году формируется плотный травяной полог с преобладанием типичного для исходного типа леса злаково-осокового разнотравья (*Brachypodium pinnatum*, *Calamagrostis arundinacea*, *Carex rhizina* и др.), которое постепенно вытесняет рудеральные и луговые виды.

По мере формирования широколиственного древостоя, также идет тенденция снижения разнообразия светолюбивых степных и лугово-степных видов класса *Festuco-Brometea* (*Phlomis tuberosa*, *Seseli krylovii*, *Polygonatum odoratum*, *Cerasus fruticosa* и др.) (рис 10 А, синтаксон 7). Данные сообщества возрастом от 30 и более лет включают в себя только 58,2% ценофлоры исходного типа леса и дополнительно 32,4% «чужеродных» видов, что свидетельствует о довольно значимых различиях флористического состава.

На вырубках сосново-широколиственных лесов асс. *Tilio cordatae-Pinetum sylvestris* наблюдаются аналогичное упрощение фитосоциологического спектра и общее снижение видового разнообразия. Сформировавшиеся на их месте вторичные широколиственные леса возрастом старше 80 лет включают в себя только 65,0% ценофлоры сосново-широколиственных лесов субасс. *T.c.-P.s. typicum*, что является довольно низким показателем восстановления флоры исходного типа леса. Подобные изменения флористического состава для подавляющего большинства сосново-широколиственных лесов являются необратимыми.

Динамика фиторазнообразия сообществ вырубок на месте сведенных темнохвойных лесов подсоюза *Aconito-Piceenion* рассмотрена на примере асс. *Cerastio pauciflori-Piceetum obovatae*. Для темнохвойных лесов подсоюза *Aconito-Piceenion* ведущими факторами восстановления естественной растительности является температура, которая проявляется опосредованно через высотную поясность и экспозицию склонов, а также степень развитости почв. Наиболее эффективное восстановление темнохвойных пород и других бореальных видов отмечено в производных березовых лесах субасс. *C.p.-P.o. betuletosum pubescentis* и сообщ. *Betula pubescens-Campanula glomerata*, сформировавшихся на месте сведенных темнохвойных лесов субасс. *Cerastio pauciflori-Piceetum obovatae pulmonarietosum mollis* в верхнем лесном поясе (700-1000 м над ур. м.). Восстановление ценофлоры исходного типа леса в этих сообществах достигает 70-73%. Участие видов класса *Carpino-Fagetea* в этих лесах минимально, по сравнению с другими фитоценозами. Ель и пихта развиваются довольно медленно, поэтому полное восстановление ценофлоры исходного типа леса произойдет после замещения мелколиственных пород темнохвойными через 1-2 генерации вторичных пород. С понижением высоты усиливаются флористические различия между условно-коренными лесами и их производными, связанные с увеличением участия видов неморального комплекса и высокотравья. Наибольшей трансформации, в том числе необратимой, подвергается растительность при рубке темнохвойных лесов низкогорий – в зоне контакта темнохвойных гемибореальных и широколиственных лесов.

Вторичные леса субасс. *C.p.-B.p. caricetosum rhizinae*, приуроченные к более дренированным и щебнистым почвам, отличаются более высоким видовым разнообразием по отношению к другим производным лесам асс. *Cerastio pauciflori-Piceetum obovatae*. Большой вклад в сообщества этих лесов также вносят виды класса *Vaccinio-Piceetea*, что связано с возобновлением ели и пихты и развитием под их

пологом бореального мелкотравья и мхов.

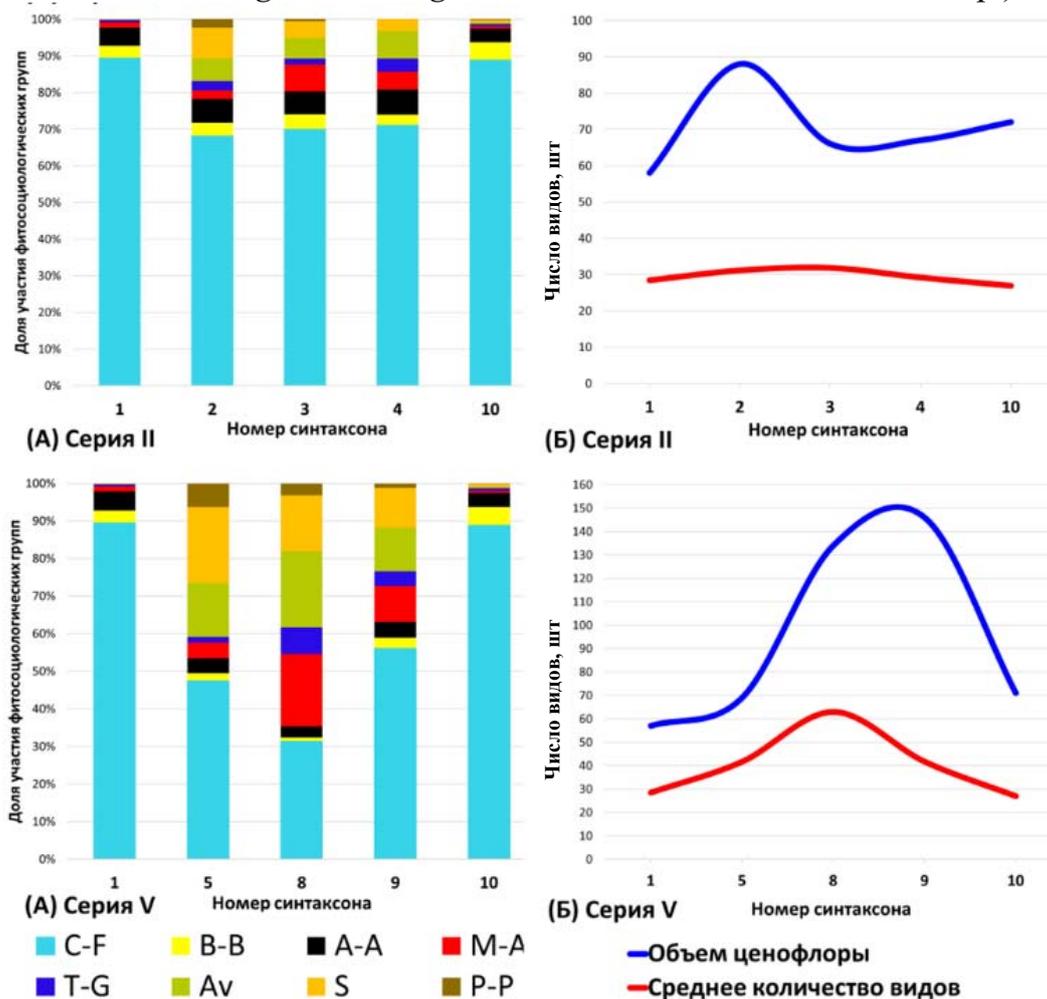
Для всех серий, связанных с формированием осиновых лесов на месте вырубок лесов асс. *Cerastio pauciflori-Piceetum obovatae*, характерно низкое участие бореальных видов класса *Vaccinio-Piceetea* на фоне хорошо развитого, образующего плотный полог высокотравья, типичного для темнохвойных лесов и субальпийских лугов классов *Asaro-Abietetea* и *Mulgedio-Aconitetea*, а также влажных горных лугов класса *Molinio-Arrhenatheretea* (*Aconogonon alpinum*, *Aconitum lycoctonum*, *Cicerbita uralensis*, *Crepis sibirica*, *Cirsium heterophyllum*, *Veratrum lobelianum*, *Bistorta major* и др.). Естественное восстановление бореальных видов и коренных пород в этих сообществах не происходит. Наименьшие значения сходства ценофлор получены для сообществ асс. *Crepido sibiricae-Populetum tremulae* (42,8-51,6%), представляющих наиболее «неморальный» вариант вторичных длительно-производных лесов.

Динамика фиторазнообразия сообществ вырубок на месте сведенных широколиственных лесов подсоюза *Aconito-Tilienion* показана на примере нескольких серий асс. *Stachyo sylvaticae-Tilietum cordatae* (рисунок 10). При слабом нарушении почвенного покрова наиболее распространенной является серия с восстановлением широколиственного леса (рисунок 11 А, серия II), при этом основную роль играют виды условно-коренных лесов. Усложнение фитосоциологического спектра сообществ происходит на ранних стадиях восстановительной сукцессии (1-6 лет после рубки) за счет внедрения распространенных рудеральных видов классов *Sisymbrietea* и *Artemisietea vulgaris* (*Sonchus arvensis*, *Tripleurospermum perforatum*, *Erigeron acris*, *Cirsium setosum*, *Artemisia vulgaris* и др.) и небольшого увеличения доли участия луговых видов класса *Molinio-Arrhenatheretea*. Появление видов «чужеродной» флоры, ценогические позиции которых сильно ослаблены, по большей части имеет стохастический характер. В ходе сукцессии они быстро вытесняются более конкурентноспособными лесными видами (рисунок 11 Б, серия II).

При рубках в летнее время происходит нарушение верхнего почвенного покрова и, соответственно, резкое снижение участия лесных видов в первые три года после рубки (рисунок 11 А, серия V). В возникшие при нарушениях регенерационные ниши «устремляется» большое количество рудеральных видов, главными источниками которых являются почвенный банк семян и занос диаспор из близко расположенных с/х угодий. Рудеральные виды представлены одно-, дву- и многолетними растениями классов *Sisymbrietea*, *Artemisietea vulgaris* (*Erigeron acris*, *Conyza canadensis*, *Sonchus arvensis*, *Cirsium setosum*, *Atriplex calotheca* и др.) и *Polygono-Poëtea* (*Taraxacum officinale*, *Polygonum aviculare* и др.). При этом в составе сообществ обычно доминируют *Lactuca serriola* и *Cirsium setosum*, образуя густой и высокий травяной полог. Соответственно, в сообществах 2-3-х летних вырубок резко возрастают проективное покрытие травяного яруса (с 40 до 80%) и показатели фиторазнообразия (рисунок 11 Б, серия V). Одновременно внедряются и лугово-опушечные виды классов *Trifolio-Geranietea* и *Molinio-Arrhenatheretea*. Через 5-10 лет флористические различия нивелируются за счет затенения по причине быстро формирующегося древостоя и активно развивающегося под его пологом лесного широколиственного травья (*Aegopodium podagraria* и *Aconitum lycoctonum*), что приводит к вытеснению из состава сообществ не выдерживающих конкуренции многих «чужеродных» видов. Через 20-30 лет после рубки флористический состав и показатели фиторазнообразия сообществ вырубок приближаются к исходному типу леса.

Сходным образом происходят изменения флористического состава сообществ при формировании культур сосны. К 50-60 годам формируются высокопродуктивные

сосновые леса вар. *Pinus sylvestris* субасс. *S.s.-T.c. typicum*, с флористическим составом, близким к исходному типу леса. При создании темнохвойных культур наблюдается общая тенденция увеличения объема ценофлоры и видовой насыщенности по отношению к исходному типу леса, что связано с появлением в их составе большой группы видов, нетипичных для широколиственных лесов. Сообщества в возрасте 25-30 лет после искусственного осветления древесного полога (удаления широколиственных пород) обогащаются видами разнотравья, типичными для гемибореальных лесов (*Bupleurum longifolium*, *Angelica sylvestris*, *Ranunculus polyanthemos*, *Veronica chamaedrys* и др.), а также лугово-опушечными видами (*Galium album*, *Leucanthemum vulgare*, *Plantago lanceolata*, *Hieracium vaillantii* и др.).



Серия II – формирование широколиственного леса при слабом нарушении напочвенного покрова; **Серия V** – формирование широколиственного леса при сильном нарушении напочвенного покрова. **Синтаксоны:** 1 – условно-коренной лес субасс. *Stachyo-Tilietum typicum*, 2 – б.с. *Pulmonaria obscura-Aegopodium podagraria*, 3 – б.с. *Aegopodium podagraria-Corylus avellana podagraria*, 4 – вар. *Galium aparine* субасс. *Stachyo-Tilietum typicum*, 5 – б.с. *Aegopodium podagraria-Amaranthus retroflexus*, 8 – вар. *Agrostis tenuis* б.с. *Lactuca serriola-Cirsium setosum*, 9 – б.с. *Cirsium setosum-Corylus avellana*, 10 – вар. *Corylus avellana* субасс. *Stachyo-Tilietum typicum*, 11 – б.с. *Aegopodium podagraria-Populus tremula*.

Рисунок 11 – Средневзвешенный фитосоциологический спектр и параметры фиторазнообразия сообществ вырубок различных стадий восстановительных сукцессий лесов подсоюза *Aconito-Tilienion* на примере асс. *Stachyo sylvaticae-Tilietum cordatae*

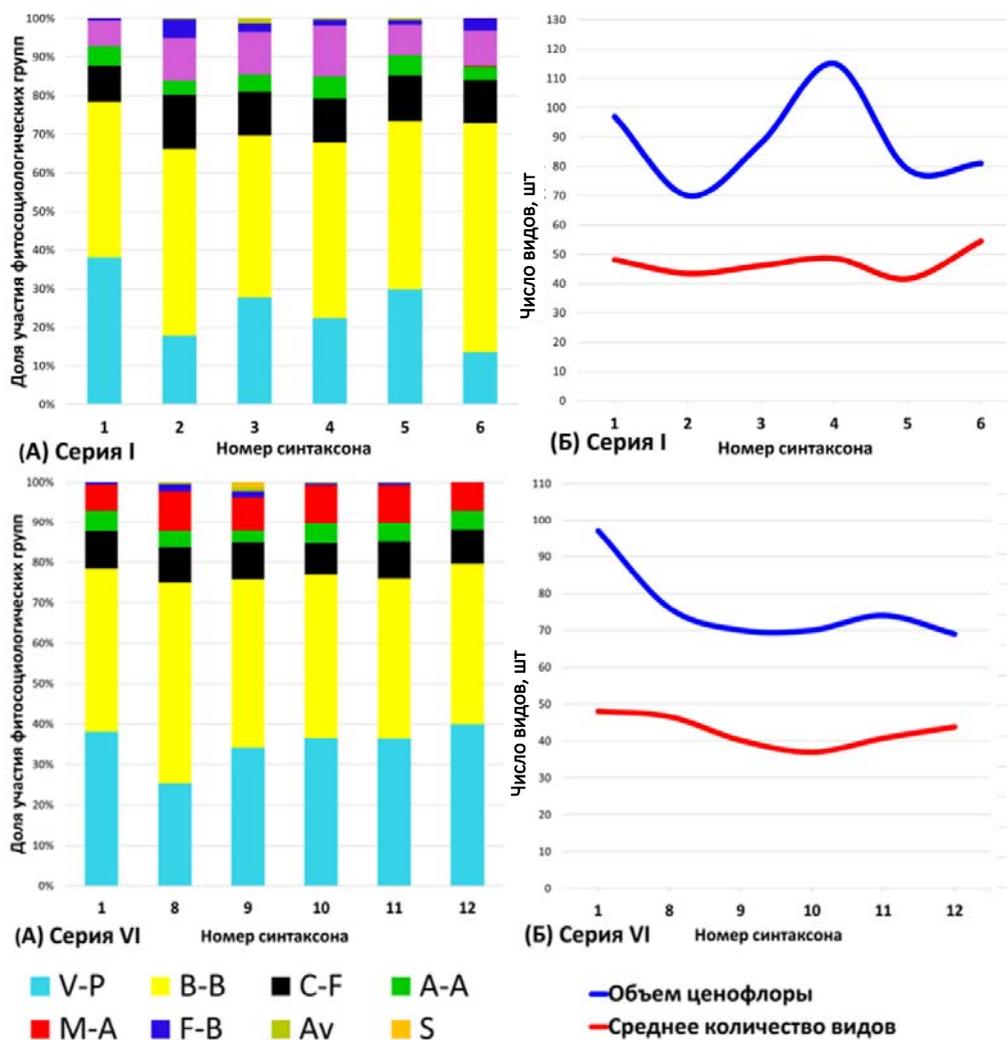
По мере увеличения сомкнутости древостоя, эдификаторное влияние ели также вносит свой вклад в формирование растительного покрова. В составе 30-40-летних сообществ культур ели при высоте деревьев 13-16 м (асс. *Aegopodio podagrariae-Piceetum obovatae*) зафиксировано присутствие видов таежного мелкотравья (*Cerastium pauciflorum*, *Orthilia secunda*, *Luzula pilosa*, *Maianthemum bifolium* и др.), а также напочвенных бореальных мхов (*Pleurozium schreberi*, *Hylocomium splendens* и др.), ценотические позиции которых усиливаются с увеличением возраста древостоя. Таким образом, в Предуралье формируются сообщества, отличные от зональных широколиственных лесов.

Наибольшее различие ценофлор сообществ вырубок и коренных лесов отмечено в раннесукцессионных сообществах, формирующихся при сильном нарушении напочвенного покрова. Показатели их мер включения в ценофлоры коренных лесов варьируют от 27 до 56%. После смыкания широколиственного древесного полога данные различия нивелируются. Через 20 лет после рубки сообщества вторичных широколиственных лесов вар. *Corylus avellana* субасс. *Stachyo-Tilietum typicum* включают в себя 72,7% ценофлоры исходного типа леса, а при формировании культур сосны – 77,9% (при возрасте фонового древостоя от 50 лет и более). Однако наиболее высокие показатели мер взаимовключения (81,8%-83,3%) отмечены в серии с формированием осиновых лесов вар. *Populus tremula* субасс. *Stachyo-Tilietum typicum*. В результате реактивного роста осины в достаточно короткие сроки (за 5-10 лет) формируется равномерно сомкнутый древесный полог, создающий стабильные почвенно-гидрологические и микроклиматические условия, необходимые для восстановления ценофлоры исходного типа леса. В серии с формированием на вырубках культур ели флористическое различие с исходным типом леса значительно увеличивается. Еловые культуры старше 60 лет включают в себя 74,0% ценофлоры условно-коренных широколиственных лесов, что составляет только 34,5% ценофлоры сообществ культур ели. Это свидетельствует о существенной трансформации растительного покрова в ходе сукцессии.

Динамика фиторазнообразия сообществ вырубок и вторичных лесов на месте сведенных сосновых бореальных лесов союза *Brachypodio pinnati-Pinion sylvestris*. На вырубках сосновых зеленомошных лесов асс. *Pleurospermo uralensis-Pinetum sylvestris* наиболее распространенной является серия с формированием вторичных березняков асс. *Bupleuro longifoliae-Pinetum sylvestris* (рисунок 12, Серия I). В этой серии после проведения сплошных рубок происходит резкое осветление и нарушение почвенного покрова (Мартыненко, 2012), что приводит к обеднению сообществ (рисунок 12, Серия I, колонки 1-3). Уже на второй год после рубки снижаются доля участия и проективное покрытие напочвенных мхов, а также типичных видов класса *Vaccinio-Piceetea*, одновременно отмечаются массовое разрастание *Calamagrostis arundinacea*, возобновление березы (*Betula pendula*, *Betula pubescens*) и усиление ценотических позиций видов классов *Brachypodio-Betuletea*, *Molinio-Arrhenatheretea*, *Festuco-Brometea* при низком участии рудеральных видов. В дальнейшем, по мере смыкания древесного полога восстанавливаются лесные и луговые виды, типичные для условно-коренного леса (*Pleurospermum uralense*, *Lycopodium annotinum*, *Linnaea borealis*, *Molinia caerulea*, *Cirsium heterophyllum*, *Melampyrum pratense* и др.). Несмотря на флуктуации флористического состава в ходе сукцессии, к 60-100 годам формируются длительно-производные вторичные гемибореальные леса асс. *Bupleuro-Pinetum*, в которых практически полностью исчезают бореальные виды и усиливаются ценотические позиции видов классов *Brachypodio-Betuletea* и *Molinio-Arrhenatheretea*,

за счет которых возрастает видовая насыщенность и общее видовое разнообразие сообществ.

После выборочной или узколесосечной рубки в сообществах асс. *Pleurospermo uralensis-Pinetum sylvestris* также происходит обеднение видового состава сообществ (рисунок 12 Б, серия VI). В отличие от предыдущей серии, после рубки лучше сохраняются бореальные виды, а из флористического состава выпадают виды, типичные для гемибореальных лесов ЮУР (*Bistorta major*, *Polygonatum odoratum*, *Trollius europaeus*, *Pulmonaria mollis*, *Digitalis grandiflora* и др.).



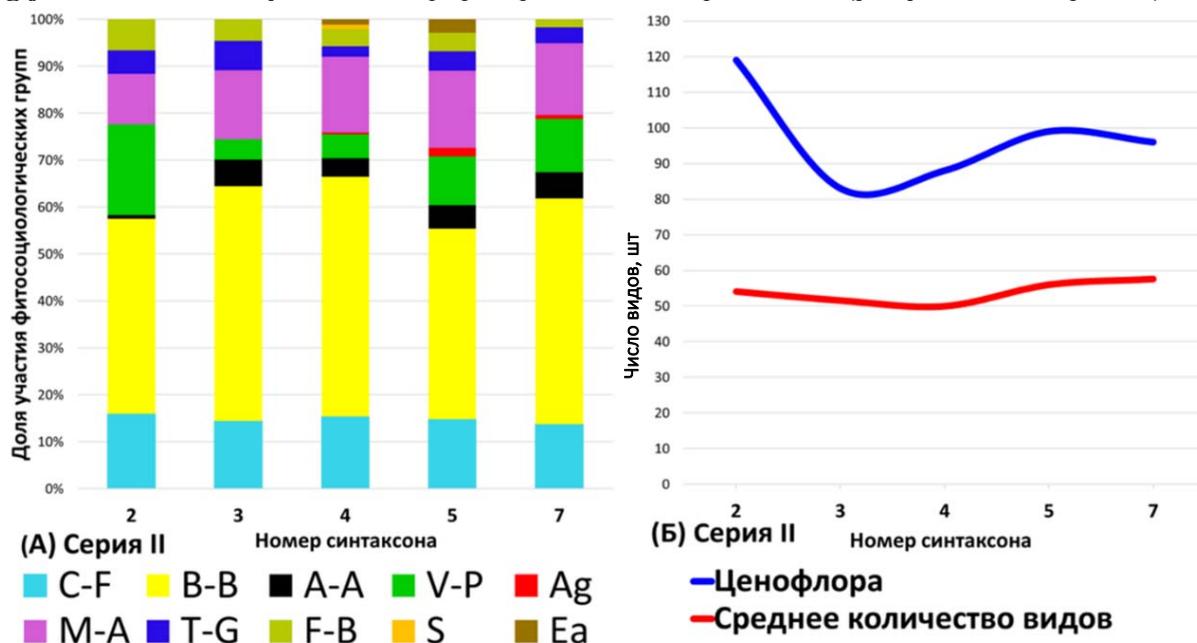
Серия I – сплошная рубка с формированием гемибореальных березняков класса *Brachypodio-Betuletea*, **Серия VI** – выборочная или узколесосечная рубка с формированием зеленомошных березняков класса *Vaccinio-Piceetea*. **Синтаксоны:** 1 – вар. *typica* субасс. *P.u.-P.s. anemonastretosum biarmiense*, 2 – вар. *Seseli libanotis* б.с. *Carex rhizina-Pleurozium schreberi*, 3 – б.с. *Calamagrostis arundinacea-Molinia caerulea*, 4 – б.с. *Anemonastrum biarmiense-Betula pendula*, 5-6 – вар. *Betula pendula* субасс. *B.l.-P.s. lathyretosum pisiformitis*, 8 – вар. *Pulsatilla patens* б.с. *Carex rhizina-Pleurozium schreberi*, 9-11 – разновозрастные состояния б.с. *Vaccinium vitis-idaea-Pinus sylvestris* (9 – вар. *Trollius europaeus*, 10 – вар. *Vaccinium vitis-idaea*, 11 – вар. *Vaccinium myrtillus*), 12 – вар. *Dryopteris carthusiana* субасс. *P.u.-P.s. anemonastretosum biarmiense*.

Рисунок 12 – Средневзвешенный фитосоциологический спектр и параметры фиторазнообразия сообществ вырубок различных стадий восстановительных сукцессий союза *Brachypodio pinnati-Pinion sylvestris*

Через 40-60 лет после рубки формируются сосновые зеленомошные леса вар. *Dryopteris carthusiana* субасс. *P.u.-P.s. anemonastretosum biarmiensis*, значения мер взаимовключения ценофлор которых в условно-коренные леса составляют 76,6-81,5%, в то время как в зеленомошных березняках на сплошных вырубках эти значения достигают лишь 68,9-76,9% через 130 и более лет после рубки. При формировании гемибореальных березняков отмечается общая тенденция к снижению флористического сходства (значения мер включения до 61,0-56,8%), что соответствует увеличению гетерогенности флористического состава. Также это относится к нелесным сообществам стадий ингибирования, значения мер включения которых варьируют от 31,2 до 66,5%.

Таким образом, наилучшее восстановление бореальных сосновых лесов возможно только при выборочных рубках, которые позволяют сократить продолжительность восстановительной сукцессии на 100-150 лет.

Динамика фиторазнообразия сообществ вырубок на месте сведенных гемибореальных лесов союза *Trollio europaea-Pinion sylvestris* показана на примере наиболее распространенной серии восстановительной сукцессии лесов асс. *Vupleuro longifoliae-Pinetum sylvestris* с формированием березняков (рисунок 13, серия II).



Синтаксоны: 2 – вар. *Betula pubescens* субасс. *B.l.-P.s. lathyretosum* асс. *Vupleuroi-Pinetum*, 3-4 – сооб. *Carex rhizina-Calamagrostis arundinacea* (3 – вар. *Carex digitata*, 4 – вар. *Ranunculus polyanthemos*), 5 – сооб. *Calamagrostis arundinacea-Betula pendula*, 6 – сооб. *Calamagrostis arundinacea-Populus tremula*, 7 – вар. *Betula pendula* субасс. *B.l.-P.s. lathyretosum pisiformitis*

Рисунок 13 – Изменение средневзвешенного фитосоциологического спектра и параметров фиторазнообразия в сообществах вырубок лесов асс. *Vupleuro longifoliae-Pinetum sylvestris* при формировании вторичных березовых лесов субасс. *B.l.-P.s. betuletosum pendulae* (Серия II)

В результате резкого осветления и, соответственно, повышения температуры напочвенного покрова на начальных этапах восстановительной сукцессии увеличиваются доля участия и обилие лесных видов класса *Brachypodio-Betuletea* (*Brachypodium pinnatum*, *Calamagrostis arundinacea*, *Rubus saxatilis*), а также светолюбивых ксеромезофитных опушечных и луговых видов классов *Trifolio-*

Geranietea и *Molinio-Arrhenatheretea*. С фактором осветления также связано и снижение доли участия видов *Vaccinio-Piceetea*, которые выгорают в первые 2-3 года после рубки. В результате фиторазнообразия сообществ снижается (рис 13 Б, серия II). В серии с преобладанием осины отмечены аналогичные изменения фитосоциологических спектров и показателей фиторазнообразия. На конечном этапе формирования вторичных лесов фитосоциологический спектр выравнивается. Тем не менее, доля участия видов класса *Vaccinio-Piceetea* остается ниже по отношению к исходному типу леса. Через 40-60 лет после рубки меры включения ценофлор вторичных лесов в условно-коренные гемибореальные леса достигает 87,1%-88,5%, что говорит о высоком сходстве.

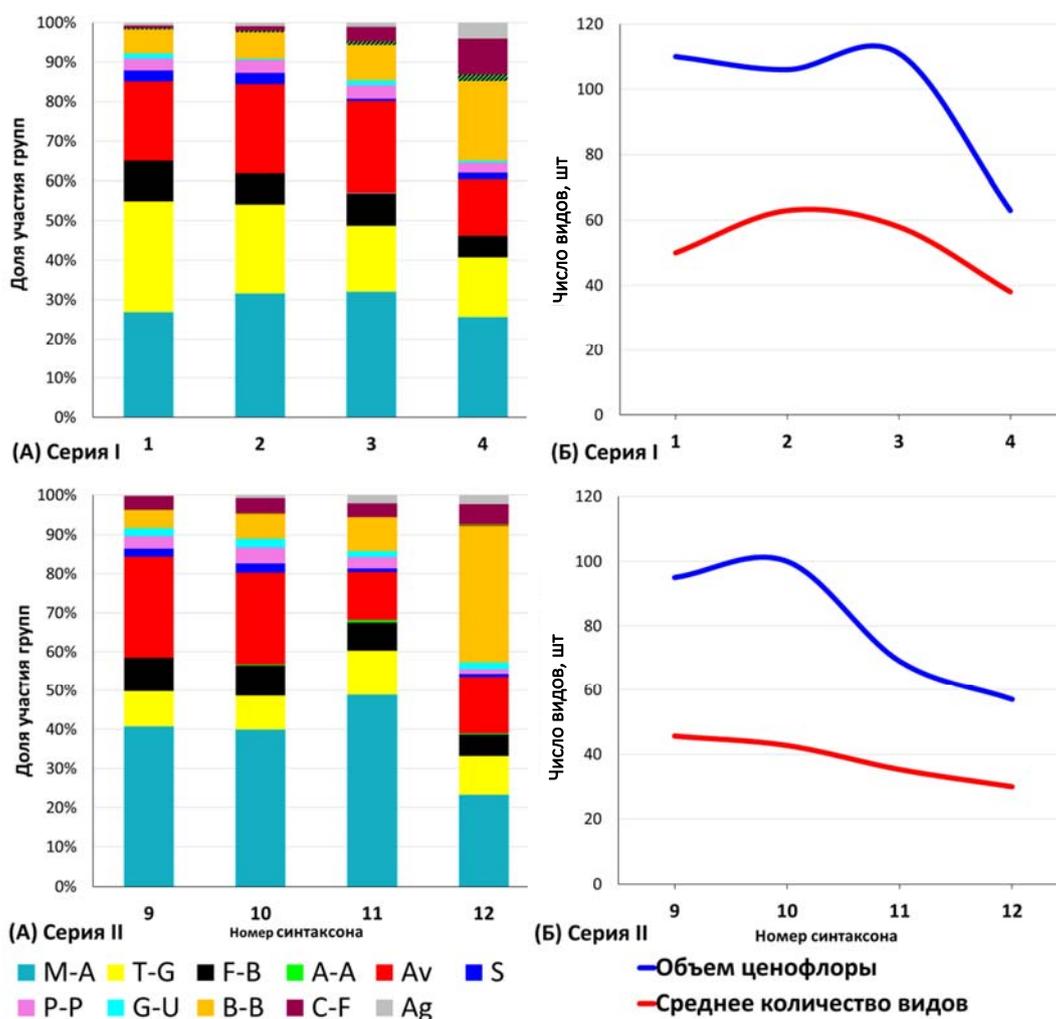
Анализ фиторазнообразия серий с ингибирующими стадиями. На вырубках изученных лесов классов *Carpino-Fagetea*, *Asaro-Abietetea*, *Vaccinio-Piceetea* и *Brachypodio-Betuletea* были выявлены ингибирующие стадии, связанные с олуговением, заболачиванием и формированием сообществ с преобладанием *Chamaenerion angustifolium*. Все серии имеют общие закономерности увеличения видового разнообразия.

В сериях с доминированием *Chamaenerion angustifolium* отмечаются увеличение объема ценофлоры и одновременное снижение показателей альфа разнообразия, что свидетельствует о нестабильности флористического состава. Это связано как с влиянием краевого эффекта, поскольку описываемые сообщества формируются на небольших площадях, так и с восстановлением видов на месте сжигания или навала порубочных остатков. Под пологом иван-чая сохраняется 40-50% ценофлоры исходного типа леса, включая древесные виды.

В сериях с формированием лугов асс. *Anemonastro biarmiensis-Calamagrostietum arundinaceae* отмечаются значительное снижение участия лесных видов и одновременное увеличение видового разнообразия и ценофлорных позиций лугово-опушечного разнотравья классов *Molinio-Arrhenatheretea* и *Trifolio-Geranietea*. Сообщества возрастом старше 20 лет включают в себя от 47 до 57% ценофлоры исходного типа леса и около 40% флоры, не характерной для условно-коренных лесов.

В серии с заболачиванием вырубок на месте сведенных бореальных лесов вместе с медленным возобновлением древостоя из *Betula pubescens* сообщества обогащаются видами пушистоберезовых заболоченных лесов класса *Alnetea glutinosae* (*Carex juncella*, *Alopecurus glaucus*, *Ligularia sibirica*, *Swertia obtusa* и др.) и мезофитных лугов класса *Molinio-Arrhenatheretea*. На этой стадии сходство ценофлор с исходным типом леса невысоко (значения мер включения не превышают 32%).

Динамика фиторазнообразия сообществ залежей. Растительность залежей, как и типичные луговые сообщества, характеризуются полидоминантным флористическим составом и высоким видовым разнообразием, включающим комплекс луговых, опушечных и степных видов классов *Molinio-Arrhenatheretea*, *Trifolio-Geranietea sanguinei*, *Festuco-Brometea* (рисунок 14). Кроме того, из-за сильного антропогенного воздействия в прошлом, сообщества залежей обогащены многолетними видами рудеральной и синантропной растительности *Artemisietea vulgaris*, *Sisymbrietea* и *Polygono-Poëtea*. Для залежей лесостепной зоны с более континентальным климатом характерно большее участие ксерофитных лугово-степных видов класса *Festuco-Brometea*, доля которых остается достаточно высокой даже в сообществах вторичных лесов с плотным древостоем. В ходе естественного лесовозобновления во всех сукцессионных сериях от растительности открытых залежей до сообществ с плотным древостоем отмечена общая тенденция снижения



Серия I – динамика фиторазнообразия на залежах Башкирского Предуралья, **Серия II** – динамика фиторазнообразия на залежах предгорий Южного Урала. **Синтаксоны:** 1 – б.с. *Fragaria viridis-Anthemis subtinctoria*, 2-3 – Б.с *Anthemis subtinctoria-Betula pendula* (2 – вар. *Hieracium vaillantii*, 3 – вар. *Taraxacum officinale*), 4 – вар. *Elymus caninus* д.с. *Epilobium montanum-Betula pendula*, 9 – б.с. *Melilotus officinalis-Pimpinella saxifraga*, 10-11 – д.с. *Hieracium dubium-Betula pendula* (10 – вар. *Vicia hirsuta*, 11 – вар. *Poa trivialis*), 12 – вар. *Hypericum perforatum* д.с. *Poa angustifolia-Betula pendula*.

Рисунок 14 – Средневзвешенный фитосоциологический спектр и параметры фиторазнообразия сообществ залежей Башкирского Предуралья и предгорий ЮУ

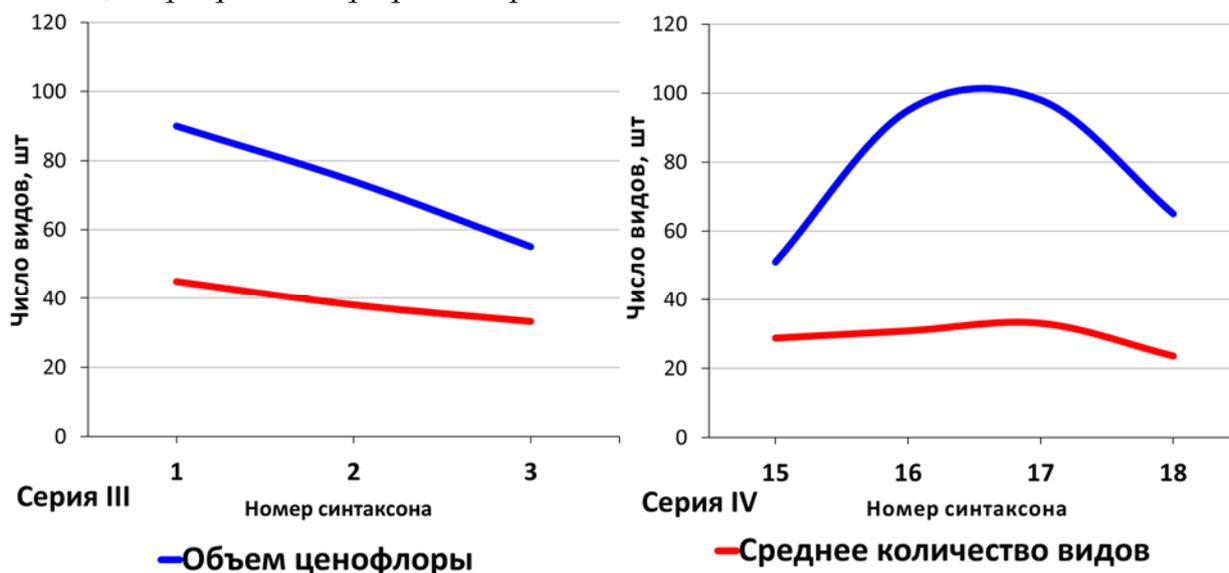
проективного покрытия травяного яруса и видового разнообразия естественной и рудеральной растительности (рисунок 14). Наиболее чувствительными к увеличению затенения древостоем являются виды класса *Festuco-Brometea* (*Galium verum*, *Phleum phleoides*, *Achillea nobilis*, *Veronica spicata*, *Poa transbaicalica*, *Stipa pennata*, *Filipendula vulgaris*, *Artemisia armeniaca*, *Helictotrichon schellianum* и др.), а также виды лугово-опушечного разнотравья (*Carum carvi*, *Chrysaspis aurea*, *Anthoxanthum odoratum*, *Calamagrostis epigeios*, *Lythrum salicaria*, *Lotus corniculatus*, *Fragaria viridis*, *Gentianella amarella* и др.). Максимальное видовое разнообразие наблюдается преимущественно в фитоценозах со средней сомкнутостью древесного яруса (40-60%).

С увеличением возраста залежи и сомкнутости древостоя появляются и лесные виды, участие которых незначительно даже на залежах возрастом более 25 лет. В

Башкирском Предуралье, где распространены широколиственные леса, флористический состав сообществ обогащен видами класса *Carpino-Fagetea* (рисунок 14, серия I). Например, в плотных березняках появляются неморальные виды (*Ulmus glabra*, *Poa nemoralis*, *Ajuga reptans*, *Campanula trachelium*, *Aegopodium podagraria* и др.).

В лесостепной зоне, а также в предгорьях Южного Урала и его центрально-возвышенной части на залежах, граничащих с гемибореальными лесами, в составе сомкнутых березовых и березово-сосновых сообществ появляются виды, характерные для класса *Brachypodio-Betuletea* (*Calamagrostis arundinacea*, *Pulmonaria mollis*, *Trollius europaeus*, *Vupleurum longifolium*, *Crepis sibirica* и др.) (рисунок 14, Серия II).

Способ выведения земель из с/х оборота также влияет на показатели фиторазнообразия и фитосоциологический спектр сообществ залежей. На залежах, где после прекращения распашки проводилось постоянное сенокосение, сообщества обладают хорошо развитым и плотным травяным пологом, однородным флористическим составом и большей представленностью видов класса *Molinio-Arrhenatheretea* (до 40-55% ценофлоры) (рисунок 15, серия III). С увеличением сомкнутости и эдификаторного влияния древостоя происходит линейное снижение объема ценофлоры и альфа-разнообразия.



Серия III – после прекращения сенокосения; Серия IV – после прекращения выпаса. Синтаксоны: 1 – б.с. *Luzula pallidula-Bromopsis inermis*, 2 – д.с. *Trifolium medium-Betula pendula*, 3 – вар. *Rubus saxatilis* д.с. *Bromopsis inermis-Betula pendula*, 15 – вар. *Bunias orientalis* б.с. *Poa angustifolia-Pimpinella saxifraga*, 16-17 – д.с. *Veronica spicata-Pinus sylvestris*, 18 – вар. *Fragaria vesca* д.с. *Poa angustifolia-Betula pendula*.

Рисунок 15 – Динамика фиторазнообразия сообществ залежей горно-лесной зоны Южного Урала (лесостепная зона)

На залежах, где до настоящего времени имел место интенсивный выпас (рисунок 15, Серия IV), тренды изменения видового разнообразия имеют параболический характер. Видовое разнообразие резко возрастает в сообществах с проективным покрытием древостоя 20-45%, а затем, по мере возрастания его сомкнутости, снова снижается. Такие существенные изменения связаны с сохраняющимся постоянным выпасом на открытых участках, который поддерживает растительность в более раннем сукцессионном состоянии (Csecserits et al., 2001). В сообществах с более плотным древостоем происходит снижение пастбищной нагрузки, что, в совокупности с

рассеянным светом, образуемым разреженным подростом березы и сосны, создает благоприятные условия для развития лугового разнотравья. Кроме того, повышению видового разнообразия способствует увеличение связанного с формированием неоднородного древесного полога разнообразия микроместообитаний, что, в свою очередь, создает благоприятные условия для колонизации травянистых видов и демографической стохастичности редких видов (Orrock, Watling 2010).

Наибольшие показатели фиторазнообразия выявлены на открытых залежах с эпизодической пастбищной нагрузкой и сенокосением. В этих сообществах сочетаются как виды, типичные для мезофитных лугов союза *Polygonion krascheninnikovii* (*Phleum phleoides*, *Bromopsis inermis*, *Heracleum sibiricum*, *Crepis sibirica*, *Primula macrocalyx* и др.), так и невысокие дерновинные и корневищные травы (*Agrostis tenuis*, *Alchemilla vulgaris* s.l., *Potentilla argentea*, *Taraxacum officinale*, *Pimpinella saxifraga* и др.), приспособленные к вытаптыванию и скусыванию надземной части. С увеличением сомкнутости древостоя также, как и на других залежах, происходят снижение видового разнообразия и обеднение видового состава сообществ. Таким образом, характер использования бывших с/х земель в прошлом оказывает влияние на видовое разнообразие и обилие видов сообществ залежей. Бывшие пастбища обладают более низким видовым разнообразием, по сравнению с сенокосами и пашнями.

Важное значение также имеет временной фактор. Основные изменения происходят в первые 12-15 лет с момента начала массового возобновления самосева древесных пород до формирования мертвопокровных березово-сосновых сообществ. В этот период происходит колонизация и развиваются отношения доминирования между различными группами видов. После формирования древостоя с плотным пологом динамика этих показателей замедляется, видовой состав становится более стабильным, а видовое богатство уменьшается. Таким образом, сильное затенение древесным ярусом нивелирует влияние первоначальных условий заброшенности и с/х использования на видовое разнообразие и структуру сообществ залежей. Тем не менее, даже в сильно затененных сообществах с проективным покрытием древостоя 85-90% и практически мертвопокровным травяным пологом в составе сообществ присутствует большое количество видов, типичных для рудеральной растительности, а также лугово-опушечного и степного разнотравья.

ГЛАВА 7 РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ОПТИМИЗАЦИИ СИСТЕМЫ РАЦИОНАЛЬНОГО ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ И ОРГАНИЗАЦИИ МОНИТОРИНГА СОСТОЯНИЯ ЛЕСНЫХ ЭКОСИСТЕМ ЮЖНО-УРАЛЬСКОГО РЕГИОНА

Рекомендации по оптимизации рационального использования лесной растительности. Для успешного естественного возобновления коренного древостоя в комплексе с ценофлорой сообществ подсоюза *Aconito-Piceenion* в верхнем и среднем лесном поясе необходимо использовать только систему узколесосечных или выборочных рубок с примыканием лесосек не чаще, чем через 30-40 лет, что позволит значительно сократить период восстановления лесной растительности. В нижнем лесном поясе Южного Урала необходимо ограничить проведение сплошных рубок.

Темнохвойно-широколиственные леса подсоюза *Tilio-Piceenion* способны к самовосстановлению только на склонах северных экспозиций. В остальных экотопах для предотвращения формирования широколиственных или мелколиственных лесов подсоюза *Aconito-Tilienion* необходимо проводить только выборочные или

узколесосечные рубки с частотой примыкания лесосек не менее 30 лет, а также проводить мероприятия по обеспечению сохранения подроста хвойных пород.

Для сохранения биоразнообразия и структуры сосново-широколиственных лесов подсоюза *Tilio-Pinenion* необходимо проведение только мозаичных рубок (Крышень и др., 2020), так как сплошные рубки вызывают их замещение на низкопродуктивные бедновидовые широколиственные леса подсоюза *Aconito-Tilienion*.

В целях сохранения биоразнообразия широколиственных лесов подсоюза *Aconito-Tilienion* рекомендуется увеличить срок проведения периодических рубок широколиственных лесов на одних и тех же местах до 80 лет. На сплошных рубках рекомендуется проводить посадку саженцев дуба, а также оставлять на вырубках группы насаждений площадью не менее 0,5 га (Gustafsson et al., 2020; Крышень и др., 2020).

Для минимизации времени восстановления и сохранения флористического и фитоценотического разнообразия бореальных зеленомошных лесов *Brachypodio-Pinion* необходимо ограничиваться постепенными выборочными рубками, либо узкими лесосеками шириной не более 10 м (Мартыненко, 2012), или же полностью запретить сплошной способ рубки бореальных лесов на территории ЮУР.

Рубки гемибореальных лесов союза *Trollio europaea-Pinion sylvestris* рекомендуется проводить либо сплошным способом с последующим созданием посадок, либо проводить мозаичные рубки с сохранением групп насаждений площадью не менее 0,2-0,5 га.

Кроме оптимизации системы рубок, необходимо также ввести дополнительные меры по охране наиболее уязвимых лесных экосистем ЮУР, к которым относятся бореальные зеленомошные леса класса *Vaccinio-Piceetea* и экотонные хвойно-широколиственные леса подсоюзов *Tilio-Piceenion* и *Tilio-Pinenion*. Для этого рекомендовано создание 9 ООПТ (заказники, природные парки) на территории Предуралья, Уфимского плато, Южного Урала и Зауралья общей площадью 250000 га.

Рекомендации по оптимизации рационального использования залежей. Возврат в с/х использование зарастающих лесом залежей, требует вклада значительных ресурсов для вырубki и раскорчевки молодых лесных насаждений, что, в большинстве случаев, не целесообразно. Дальнейшее их использование зависит от потенциальной ценности формирующегося древостоя и почвенных условий. На серых лесных и горно-лесных мелкопрофильных почвах целесообразно проведение лесохозяйственных мероприятий, которые будут способствовать формированию оптимального древостоя и увеличению биоразнообразия. Залежи с редкостойным древостоем могут быть использованы в качестве сенокосов и пастбищ, а также для искусственного лесовосстановления. На более продуктивных почвах – черноземах в лесостепной зоны ЮУР может быть экономически оправдано повторное вовлечение залежей после раскорчевки в с/х использование в качестве пашни. Учитывая огромные площади залежей на территории ЮУР, эти сообщества могут внести значительный вклад в депонирование углерода и снижение концентрации парниковых газов.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

По результатам многолетних исследований (2008-2021 гг.) выявлены закономерности вторичных автогенных сукцессий на вырубках и зарастающих лесом залежах Южно-Уральского региона и составлен прогноз их восстановления. Охарактеризованы механизмы формирования обратимых и необратимых изменений флористического состава и структуры древостоя в основных типах условно-коренных лесов региона под влиянием сплошных и выборочных рубок.

1) Вырубки, вторичные леса и зарастающие лесом залежи в Южно-Уральском регионе (ЮУР) отличаются высоким фитоценотическим разнообразием. Растительность, формирующаяся на месте вырубок, отнесена к 7 классам, 7 порядкам, 8 союзам, 5 подсоюзам, 14 ассоциациям, 19 субассоциациям, 48 вариантам, 6 сообществам, 17 базальным сообществам и 1 дериватному сообществу. Растительность зарастающих лесом залежей отнесена к 4 классам, 6 порядкам, 4 союзам, 1 подсоюзу, 2 ассоциациям, 11 базальным сообществам, 21 дериватному сообществу и 42 вариантам.

2) Большинство сукцессионных систем вырубок носят поливариантный характер с дивергенцией сообществ на ранних стадиях сукцессий (до 15-20 лет), при этом на флористический состав сообществ влияют степень нарушения почвенного покрова во время рубки и вариации экотопических условий. По мере усиления эдификаторной роли возобновляющегося древостоя происходит редукция синтаксономического разнообразия за счет конвергенции раннесукцессионных сообществ. Наиболее высокая поливариантность восстановительных сукцессий отмечается на вырубках хвойных лесов классов *Vaccinio-Piceetea* и *Asaro-Abietetea*, в связи с чем они вносят наибольший вклад в синтаксономическое разнообразие вторичных сообществ Южно-Уральского региона.

3) Наиболее высокое видовое богатство отмечается на начальных стадиях восстановительных сукцессий, при этом оно выше в сообществах вырубок лесов союзов *Aconito-Tilion* (класса *Carpino-Fagetea*) и *Brachypodio-Pinion* (класса *Vaccinio-Piceetea*) и существенно ниже в лесах класса *Brachypodio-Betuletea*, где вместо рудеральных видов массово разрастаются виды, типичные для гемибореальных лесов.

4) Характерной особенностью вторичных сообществ, сформировавшихся после сплошных рубок хвойных и хвойно-широколиственных лесов Южно-Уральского региона (подсоюзы *Tilio-Piceenion*, *Aconito-Piceenion*, *Tilio-Pinenion*), является упрощение состава и структуры древостоя, обеднение видового разнообразия исходного типа леса. Во вторичных лесах подсоюза *Aconito-Piceenion* на градиенте увеличения высоты над ур. м. возрастает полнота восстановления исходного флористического состава лесной растительности (включая возобновление темнохвойных пород), что обусловлено приближением климатических условий верхнего пояса к экологическому оптимуму этих сообществ.

5) Регулярные сплошные рубки широколиственных лесов подсоюза *Aconito-Tilion* приводит к снижению участия в древесном ярусе дуба и клена и возрастанию участия липы или осины. Сплошные рубки сосново-широколиственных лесов подсоюза *Tilio-Pinenion* и темнохвойно-широколиственных лесов подсоюза *Tilio-Piceenion* инициирует необратимый процесс их трансформации в широколиственные леса подсоюза *Aconito-Tilion*, что увеличивает климатически обусловленное расширение границ распространения этих лесов на Южном Урале. Этот процесс приводит к снижению флористического и фитоценотического разнообразия, а также к смене хозяйственно ценных сосново-широколиственных и елово-широколиственных насаждений на низкопродуктивные липовые леса.

6) Вырубки светлохвойных и светлохвойно-мелколиственных лесов классов *Brachypodio-Betuletea* и *Vaccinio-Piceetea* чаще всего приводят к формированию длительно-производных березово-осиновых гемибореальных лесов с увеличением обилия травостоя и обеднением видового состава за счет усиления ценотической роли *Calamagrostis arundinacea*.

7) Залежи Южно-Уральского региона обладают высоким фитоценотическим и видовым разнообразием сообществ начальных и средних стадий лесовосстановления,

что обусловлено способами использования земель до и после их вывода из сельскохозяйственного оборота, изменением влияния комплекса микроклиматических и эдафических факторов и разными типами луговой растительности. На более поздних стадиях, по мере развития древостоя, происходит конвергенция сообществ и снижение их флористического и фитоценотического разнообразия.

8) Скорость сукцессии на залежах Южно-Уральского региона высока в первые 12-15 лет с начала массового возобновления самосева древесных пород и замедляется на стадии формирования мертвопокровных длительно-производных березовых и сосновых фитоценозов, представляющих новый специфичный тип вторичной лесной растительности с лугово-рудеральным разнотравьем. В дальнейшем их флористический состав вероятно будет определяться влиянием лесов, непосредственно контактирующих с залежами.

9) Разработаны рекомендации по сокращению времени восстановительных сукцессий на вырубках до зональных типов лесной растительности и сохранению флористического и фитоценотического разнообразия в Южно-Уральского. Предложены варианты дальнейшего использования залежей в зависимости от климатических условий, типов почв и состава формирующегося древостоя.

СПИСОК ОСНОВНЫХ РАБОТ, ОПУБЛИКОВАННЫХ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ Статьи в рецензируемых научных изданиях WOS и Scopus

1. **Shirokikh, P.S.** Comparison of different ecological scales with respect to efficiency in assessing ecological conditions in forests of the Southern Ural Region / P.S. Shirokikh, V.B. Martynenko // Russian Journal of Ecology. – 2009. – Vol. 40, No. 7. – P. 457-465.

2. Миркин, Б.М. Анализ факторов, определяющих видовое богатство сообществ лесов Южного Урала / Б.М. Миркин, В.Б. Мартыненко, **П.С. Широких**, Л.Г. Наумова // Журнал общей биологии. – 2010. – Т. 71. № 2. – С. 131-143.

3. Миркин, Б.М. Анализ закономерностей видового богатства растительных сообществ с использованием синтаксономии и экологических шкал / Б.М. Миркин, **П.С. Широких**, В.Б. Мартыненко, Л.Г. Наумова // Экология. – 2010. – № 4. – С. 243-247.

4. **Широких, П.С.** Опыт синтаксономического и ординационного анализа восстановительной сукцессии на вырубках светлохвойных бореальных лесов Южного Урала / П.С. Широких, В.Б. Мартыненко, А.М. Кунафин // Экология. – 2013. № 3. – С. 169-176.

5. Мартыненко, В.Б. Синтаксономический анализ восстановительных сукцессий после вырубки светлохвойных лесов Южно-Уральского региона / В.Б. Мартыненко, **П.С. Широких**, Б.М. Миркин, Л.Г. Наумова // Журнал общей биологии. – 2014. – Т. 75. № 6. – С. 478-490.

6. Миркин, Б.М. Вклад синтаксономии на основе подхода Браун-Бланке в изучение сукцессий растительных сообществ / Б.М. Миркин, Л.Г. Наумова, В.Б. Мартыненко, **П.С. Широких** // Экология. – 2015. № 4. – С. 243-248.

7. Мартыненко, В.Б. Синтаксономический анализ влияния инициальной стадии на вторичную автогенную сукцессию широколиственного леса / В.Б. Мартыненко, **П.С. Широких**, Б.М. Миркин, Л.Г. Наумова, Э.З. Баишева, А.А. Мулдашев // Журнал общей биологии. – 2016. – Т. 77. № 4. – С. 303-313.

8. Баишева, Э.З. Влияние сплошных рубок на бриокомпонент широколиственных лесов Башкирского Предуралья / Э.З. Баишева, **П.С. Широких**, В.Б. Мартыненко, Б.М. Миркин // Экология. – 2018. № 1. – С. 24-33.

9. **Shirokikh, P.S.** Changes to species diversity of vegetation communities during restorative successions in different types of forests / P.S. Shirokikh, V.B. Martynenko, E.Z. Baisheva // KnE, Life Sciences. – 2018 – P. 204–210.

10. Suleymanov, R. The current state of abandoned lands in the northern foreststeppe zone at the Republic of Bashkortostan (Southern Ural, Russia) / R. Suleymanov, I. Yaparov, I. Saifullin, I. Vildanov, **P. Shirokikh**, A. Suleymanov, M. Komissarov, P. Liebelt, A. Nigmatullin & R. Khamidullin // Spanish journal of soil science. – 2020. – Vol. 10 Issue 1. – P. 29-44.

11. Fedorov, N.I. identifying highly diverse areas of rare plant species as a basis for assessing representativeness and improving the network of protected areas / N.I. Fedorov, A.A., Muldashev, V.B. Martynenko, E.Z. Baisheva, **P.S. Shirokikh**, O.A. Elizaryeva & A.G. Kutueva // Contemp. Probl. Ecol. – 2020. – V. 13. – P. 418-428.

12. **Широких, П.С.** Разнообразие широколиственных и сосново-широколиственных лесов на восточной границе их распространения / П.С. Широких, В.Б. Мартыненко, Э.З. Баишева, Н.И. Федоров, А.А. Мулдашев, Л.Г. Наумова // Растительность России. – 2021. – № 42. – С. 63-117.

13. **Широких, П.С.** Экологическая характеристика *Anemonastrum biarmiense* (Juz.) Holub на Южном Урале / П.С. Широких, О.В. Юсупова, Л.М. Абрамова, Л.Г. Наумова // Экология. – 2021. – № 6. – С. 412-419.

Статьи в рецензируемых изданиях, рекомендованных ВАК РФ:

14. **Широких, П.С.** Синтаксономия вторичных лесов средних стадий сукцессий центрально-возвышенной части Южного Урала / П.С. Широких, А.М. Кунафин, В.Б. Мартыненко // Растительность России. – 2012. – № 20 – С. 109-134.

15. **Широких, П.С.** Растительность заброшенных сельскохозяйственных угодий Башкирского Предуралья / П.С. Широких, В.Б. Мартыненко, А.А. Зверев, И.Г. Бикбаев, И.И. Ибрагимов, Г.Г. Бикбаева, Л.Д. Каримова, Э.З. Баишева // Вестн. Том. гос. ун-та. Биология. – 2017. – № 37. – С. 66-104. doi: 10.17223/19988591/37/5

16. Мартыненко, В.Б. О новой ассоциации термофильных дубрав на Южном Урале / В.Б. Мартыненко, **П.С. Широких**, А.А. Мулдашев, А.И. Солонец // Растительность России. – 2008. – № 13. – С.49–60.

17. Голованов, Я.М. Растительность города Салавата (Республика Башкортостан). VI. Естественная лесная растительность / Я.М. Голованов, **Широких П.С.**, Абрамова Л.М. // Растительность России. – 2014. – № 25. – С. 3-12.

18. Baisheva, E.Z., Effect of clear-cutting on bryophytes in pine forests of the South Urals / E.Z. Baisheva, **P.S. Shirokikh**, V.B. Martynenko // Arctoa. – 2015. Vol. 24. Is. 2. P. 547-555.

19. Мартыненко, В.Б. Вклад экотонного эффекта в фиторазнообразии широколиственных лесов Южного Урала / В.Б. Мартыненко, **П.С. Широких**, Л.А. Султангареева, Б.М. Миркин // Бюллетень МОИП. – 2007. – Т. 112, Вып. 4. – С 37-41.

20. Султангареева, Л.А. Синтаксономический анализ рекреационной сукцессии широколиственного леса в Национальном Парке «Башкирия» / Л.А. Султангареева, **П.С. Широких**, В.Б. Мартыненко, Б.М. Миркин // Известия Самарского научного центра РАН. – 2009. – Т. 11. № 1. – С. 69-71.

21. **Широких, П.С.** Сравнение эффективности оценок экологических условий лесов Южно-Уральского региона при использовании различных экологических шкал / П.С. Широких // Аграрная Россия. – 2009. – № S1. – С. 72-73.

22. **Широких, П.С.** Ботанико-географический анализ ценофлор лесов класса *Quercus-Fagetea* на Южном Урале / П.С. Широких, А.А. Зверев, В.Б. Мартыненко // Известия Самарского научного центра РАН. – 2010. – Т. 12, № 1. – С. 74-79.

23. Мартыненко, В.Б. К характеристике лесов Национального парка «Башкирия» /

В.Б. Мартыненко, **П.С. Широких**, А.М. Кунафин // Аграрный вестник Урала. – 2010. – № 8(74). – С. 62-64.

24. Кунафин, А.М., Анализ фиторазнообразия лесной растительности Национального парка «Башкирия» / А.М. Кунафин, П.С. Широких, В.Б. Мартыненко // Аграрный вестник Урала. – 2010. – № 9-10 (75-76). – С. 78-81.

25. **Широких, П.С.** Ботанико-географический анализ ценофлор лесов классов Vaccinio-Piceetea и Brachypodio-Betuletea на Южном Урале / П.С. Широких, В.Б. Мартыненко, А.А. Зверев // Известия Самарского научного центра РАН. – 2011. – Т. 13, № 1. – С. 50-54.

26. Кунафин, А.М. Оценка эффективности восстановительной сукцессии после рубок с использованием фитосоциологических спектров / А.М. Кунафин, **П.С. Широких**, В.Б. Мартыненко // Известия Самарского научного центра РАН. – 2011. – Т. 13, № 5(2). – С. 86-89.

27. **Широких, П.С.** Особенности флористического состава некоторых типов вторичных лесов Южного Урала / П.С. Широких, В.Б. Мартыненко, А.М. Кунафин, Б.М. Миркин // Бюллетень МОИП. – 2012. – Т. 117. № 2. – С. 43-55.

28. **Широких, П.С.** Синтаксономический анализ восстановительных сукцессий сплошных вырубок на месте светлохвойных гемибореальных лесов Южного Урала / П.С. Широких // Известия Самарского научного центра РАН. – 2012. – Т. 14, № 1(5). – С. 1407-1411.

29. Мартыненко, В.Б. Фитоценотическая приуроченность редких и нуждающихся в охране видов в бореальных лесах Южно-Уральского региона / В.Б. Мартыненко, **П.С. Широких** // Известия Самарского научного центра РАН. – 2013. – Т. 15. № 3. – С.130-134.

30. **Широких, П.С.** Характеристика сообществ заброшенных сельхозугодий, зарастающих лесом в Башкирском Предуралье / П.С. Широких, В.Б. Мартыненко, Д.М. Салихов, Я.М. Голованов // Известия Самарского научного центра РАН. – 2013. – Т. 15. № 3(5). – С. 1517-1521.

31. Мартыненко, В.Б. О системе оценки растительных сообществ для разработки региональной зеленой книги / В.Б. Мартыненко, Э.З. Баишева, Б.М. Миркин, **П.С. Широких**, А.А. Мулдашев, // Известия Самарского научного центра РАН. – 2013. – Т. 15. № 3(4). – С. 1364-1367.

32. **Широких, П.С.** Флористические особенности различных стадий восстановительных сукцессий в гемибореальных лесах ассоциации Vurpeuro-Pinetum / П.С. Широких, В.Б. Мартыненко, Д.М. Салихов // Известия Самарского научного центра РАН. – 2013. – Т. 15. № 3 (5). – С. 1522-1525.

33. **Широких, П.С.** Коррекция союза Dicrano-Pinion на основе синтаксономии и ординационного анализа / П.С. Широких, А.М. Кунафин, И.Г. Бикбаев, Д.М. Салихов, В.Б. Мартыненко // Известия Самарского научного центра РАН. – 2013. – Т. 15. № 3(1). – С. 395-400.

34. Миркин, Б.М. Сохранение биологического разнообразия как задача устойчивого развития (на примере Республики Башкортостан) / Б.М. Миркин, В.Б. Мартыненко, С.М. Ямалов, А.А. Мулдашев, Э.З. Баишева, Л.Г. Наумова, **П.С. Широких**, А.В. Баянов // Поволжский экологический журнал. – 2014. – № 1. – С. 21-30.

35. Мартыненко, В.Б. Особенности восстановительной динамики на вырубках Уфимского плато / В.Б. Мартыненко, **П.С. Широких**, Э.З. Баишева, Р.М. Хазиахметов // Известия Самарского научного центра РАН. – 2014. – Т. 16, № 5. – С. 150-157.

36. Баишева, Э.З. О бриокомпоненте темнохвойных лесов Южного Урала / Э.З. Баишева, **П.С. Широких** // Известия Самарского научного центра РАН. – 2014. – Т. 16, №

5. – С. 105-112.

37. Мартыненко, В.Б. Зеленые книги: концепции, перспективы / В.Б. Мартыненко, Б.М. Миркин, Э.З. Баишева, А.А. Мулдашев, Л.Г. Наумова, **П.С. Широких**, С.М. Ямалов // Успехи современной биологии. – 2015. – Т. 135. № 1. – С. 40-51.

38. **Широких, П.С.** Особенности ранних стадий восстановительной сукцессии на узколесосечных вырубках сосново-широколиственных лесов Уфимского плато / П.С. Широких, В.Б. Мартыненко, Л.Д. Каримова, И.Г. Бикбаев // Известия Уфимского НЦ РАН. – 2015. – № 4(1). – С. 180-184.

39. Бикбаев, И.Г. Сообщества класса *Alnetea glutinosae* в Южно-Уральском регионе / И.Г. Бикбаев, В.Б. Мартыненко, **П.С. Широких**, А.А. Мулдашев, Э.З. Баишева, Т.Ю. Минаева, А.А. Сирин // Известия Самарского научного центра РАН. – 2017. – Т. 19, № 2. – С. 110-120.

40. **Широких, П.С.** Влияние сельскохозяйственного использования на формирование растительности залежей горно-лесной зоны Южного Урала / П.С. Широких, В.Б. Мартыненко, С.М. Ямалов, И.Г. Бикбаев, Б.М. Миркин, Э.З. Баишева // Известия УНЦ РАН. – 2017. – № 3(1). – С. 221-227.

41. **Широких, П.С.** Изменения растительного и почвенного покрова в широколиственных лесах Национального парка «Башкирия» после массового ветровала / П.С. Широких, Р.Р. Сулейманов, Э.Ю. Котлугалямова, В.Б. Мартыненко // Известия УНЦ РАН. – 2017. – № 3(1). – С. 214-220.

42. Баишева, Э.З. К бриофлоре зарастающих лесом сельхозугодий Республики Башкортостан / Э.З. Баишева, **П.С. Широких** // Известия УНЦ РАН. – 2017. – № 3(1). – С. 17-21.

43. **Широких, П.С.** О новой ассоциации лугов на вырубках светлохвойных бореальных лесов Южного Урала / П.С. Широких, В.Б. Мартыненко, Э.З. Баишева, И.Г. Бикбаев // Известия УНЦ РАН. – 2018. – № 3. – С. 67-78.

44. **Широких, П.С.** Восстановительные сукцессии на вырубках темнохвойно-широколиственных лесов Южного Урала / П.С. Широких, В.Б. Мартыненко, И.Г. Бикбаев, Л.Г. Наумова, Э.З. Баишева // Естественные и технические науки. – 2019. – № 11. – С. 192-197.

Монографии

45. Флора и растительность Южно-Уральского государственного природного заповедника // Под ред. Б.М. Миркина. – Уфа: Гилем, 2008 – 528 с.

46. Флора и растительность Национального парка «Башкирия» // Под ред. Б.М. Миркина. – Уфа: Гилем, 2010. – 512 с.

47. Разнообразие и динамика лесных экосистем России. В 2-х кн. Кн. 2. – Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Центр по проблемам экологии и продуктивности лесов РАН. М.: Товарищество научных изданий КМК, 2013. – С. 129-151.

48. Природные условия и биота Природного парка «Аслы-Куль» / Под ред. Б.М. Миркина, В. Б. Мартыненко. – Уфа: Башк. энцикл., 2018. – 456 с.

49. Баишева, Э.З. Мохообразные лесных экосистем Республики Башкортостан: моногр. / Э.З. Баишева, В.Б. Мартыненко, **П.С. Широких**; под ред. Б.М. Миркина. Уфа: Гилем, Башк. энцикл., 2015. 352 с.

50. Baisheva, E. Bryophyte diversity in the forests of the Southern Urals / E. Baisheva, **P. Shirokikh**, V. Martynenko // Bryophytes / M. Sabovljevic, A. Sabovljevic (eds.). IntechOpen. DOI: 10.5772/intechopen.88301.