

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана
(национальный исследовательский университет)

На правах рукописи

Лежнев Даниил Викторович

**СТРУКТУРА И ДИНАМИКА СОСНОВЫХ ФИТОЦЕНОЗОВ
В УСЛОВИЯХ МОСКОВСКОГО РЕГИОНА**

1.5.15 – Экология (биологические науки)

Диссертация на соискание ученой степени
кандидата биологических наук

Научный руководитель:
кандидат биологических наук
Коротков Сергей Александрович

Москва – 2025

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	4
ГЛАВА 1. СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ВОПРОСА	10
1.1. Эколого-биологические характеристики сосны обыкновенной	10
1.2. Структура и динамика сосновых фитоценозов.....	13
1.2.1. Структура сосновых фитоценозов.....	14
1.2.2. Динамика сосновых фитоценозов	17
1.3. Сукцессии в лесных фитоценозах	22
1.3.1. Общие представления о сукцессиях.....	22
1.3.2. Эндогенные сукцессии в сосновых фитоценозах	24
1.3.3. Экзогенные сукцессии в сосновых фитоценозах.....	27
1.4. Средообразующие функции сосновых фитоценозов и их значение для окружающей среды	31
ГЛАВА 2. ФИЗИКО-ГЕОГРАФИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ РЕГИОНА ИССЛЕДОВАНИЯ.....	40
2.1. Геология и геоморфологические условия	41
2.2. Климатические условия.....	44
2.3. Гидрографическая сеть.....	47
2.4. Почвенные условия.....	48
2.5. Растительность	50
2.6. Природные условия исследуемых объектов	52
2.6.1. Серебряноборское опытное лесничество Института лесоведения Российской академии наук.....	52
2.6.2. Лесная опытная дача Российского государственного аграрного университета – МСХА имени К. А. Тимирязева	54
2.6.3. Национальный парк «Лосиный остров»	57
2.6.4. Московское учебно-опытное лесничество	60
ГЛАВА 3. ПРОГРАММА, ОБЪЕКТЫ, МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЙ И ОБЪЕМ ВЫПОЛНЕННЫХ РАБОТ	64
3.1. Программа исследования	64
3.2. Объекты исследования	64

3.3. Методика исследования	66
3.3.1. Методика исследования на постоянных пробных площадях	66
3.3.2. Методика исследования на вырубках	70
3.4. Объем выполненных работ	73
ГЛАВА 4. СТРУКТУРНАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ СОСНОВЫХ ФИТОЦЕНОЗОВ МОСКОВСКОГО РЕГИОНА	74
4.1. Структура сосновых древостоев	75
4.1.1. Оценка достоверности распределения ценопопуляции сосны обыкновенной по толщине ствола	94
4.2. Структура древесно-кустарниковой растительности нижних ярусов...	99
4.3. Структура травяно-кустарничкового яруса	111
ГЛАВА 5. ЕСТЕСТВЕННАЯ ДИНАМИКА СОСНОВЫХ ФИТОЦЕНОЗОВ МОСКОВСКОГО РЕГИОНА	127
ГЛАВА 6. ВОССТАНОВИТЕЛЬНАЯ ДИНАМИКА СОСНОВЫХ ФИТОЦЕНОЗОВ ПОСЛЕ СПЛОШНОЙ САНИТАРНОЙ РУБКИ В ЛАНДШАФТАХ НАДПОЙМЕННЫХ ТЕРРАС РЕКИ МОСКВЫ.....	146
6.1. Динамика древесно-кустарниковой растительности	147
6.2. Динамика травянистой растительности.....	157
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	164
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ.....	166
ПРИЛОЖЕНИЯ.....	210

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность темы. В Московском регионе сосновые леса занимают 20,5 % от всей лесопокрытой площади (Лесной план..., 2018; Korotkov et al., 2023). На протяжении последних десятилетий на структурную организацию и естественную динамику сосновых фитоценозов Московского региона оказывает влияние ограниченный режим лесопользования (Рысин, 2012; Писаренко, 2014; Моисеев, 2016). Вместе с тем меняется как интенсивность воздействия антропогенных факторов на формирование сосновых лесов, так и их сочетание.

В настоящее время сложились особые условия для роста и развития сосновых насаждений (Беднова, Кузнецов, Тарасова, 2018; Черногаева, Жадановская, Малеванов, 2019; Полякова, Меланхолин, 2019; Маслов, 2020). На урбанизированных территориях важной проблемой является сохранение длительно и эффективно функционирующих сосновых фитоценозов. Актуален вопрос отклика лесных фитоценозов на значительное изменение экзогенных факторов (Лукина и др., 2015; Черненкова и др., 2019; Дубенок, Кузьмичев, Лебедев, 2020; Коротков, 2023; Глазунов и др., 2024).

Важное значение имеют многолетние стационарные исследования на одних и тех же участках, так как непрерывность получения данных позволяет объективно оценить протекающие сукцессионные процессы в лесных фитоценозах (Абатуров, Меланхолин, 2004; Быков и др., 2008).

Степень разработанности темы. Изучению структуры и динамики сосновых фитоценозов посвящены многочисленные исследования в различных лесорастительных условиях. Этой проблеме уделяют значительное внимание как отечественные, так и зарубежные исследователи: Г.Ф. Морозов (1912), А.В. Тюрин (1924), Н.В. Третьяков (1927), К.К. Высоцкий (1962), В.Н. Сукачев (1964), И.С. Мелехов (1968), Л.П. Рысин (1969), З.Я. Нагимов (1984), А.В. Абатуров, П.Н. Меланхолин (2004), В.А. Усольцев (2010), И.Н. Кутявин (2013), А.В. Лебедев (2019), С.А. Коротков (2023), I. Steijlen, O. Zackrisson (1987), A. Jansons, I. Baumanis (2005), D.M. Richardson et al. (2007),

B. Sensula et al. (2015), M. Del Rio et al. (2016), E. Conte et al. (2018), J. Oleksyn et al. (2020), M. Ara et al. (2022), M. Fassl, P. Linder, L. Ostlund (2024), J. Brichta et al. (2024). Интерес к изучению сосновых лесов, в частности, расположенных на урбанизированных территориях в последние десятилетия неизменно остается высоким. Получение информации о трансформации сосновых фитоценозов, находящихся под воздействием различных экологических и антропогенных факторов в Московском регионе, вызывает необходимость комплексного изучения структурно-функциональной организации и их динамики. Особенно важен вид-эдификатор растительных сообществ – *Pinus sylvestris* L. От ее долговечности, продуктивности и успешности естественного возобновления зависит будущее остальных растительных компонентов.

Цель исследования – выявить особенности структуры и современной динамики сосновых фитоценозов в условиях Московского региона по материалам длительных наблюдений на постоянных пробных площадях и оценить возможные направления их дальнейшего развития.

Задачи:

1. Изучить естественную динамику сосновых древостоев Московского региона за 25-летний период, проанализировав их показатели роста, производительности и структурных особенностей.

2. Оценить структуру ценопопуляций древесных растений в сосновых насаждениях и определить сукцессионное состояние растительных сообществ, с учетом особенностей лесопользования в регионе исследования.

3. Проанализировать флористическое разнообразие травяно-кустарничкового яруса в сосновых фитоценозах, оценить эколого-ценотическую структуру и установить факторы, влияющие на ее изменение.

4. Выявить закономерности восстановительной динамики сосновых фитоценозов в ландшафтах надпойменных террас р. Москва после ветровала с последующей сплошной санитарной рубкой.

Научная новизна работы. Впервые за последние десятилетия получены новые данные комплексных исследований по росту, производительности и структуре сосновых фитоценозов Московского региона. Выполнен анализ динамики их основных компонентов в условиях урбанизированной среды. Выявлены направления изменения породного состава сосновых древостоев и даны прогнозные оценки на будущее. Дана оценка восстановительной динамики сосновых фитоценозов на начальных стадиях сукцессии в ландшафтах надпойменных террас р. Москвы после ветровала с последующей сплошной санитарной рубкой.

Теоретическая и практическая значимость. Получены актуальные данные о структурных особенностях и закономерностях формирования сосновых фитоценозов в сложных типах леса Московского региона. По результатам исследования показано, что в данных лесорастительных условиях сосновые фитоценозы естественного происхождения в возрасте более 200 лет сохраняют высокую производительность. Установлено, что в настоящий момент в сосновых фитоценозах региона исследования протекает последовательная закономерная смена одного биоценоза на другой в результате комплексного негативного внешнего воздействия, изменения климата и ограниченного режима лесопользования, что приводит к трансформации сосновых на смешанные хвойно-широколиственные фитоценозы. Материалы исследования могут использоваться при лесопользовании в урбанизированной среде с целью повышения долговечности и устойчивости сосняков.

Результаты исследования используются при проведении научно-исследовательской работы по заказу Министерства науки и высшего образования Российской Федерации: «Структура, динамика и производительность естественных и искусственных лесных сообществ в центре Русской равнины» и научно-исследовательской работы «BaumanGoGreen» МГТУ имени Н.Э. Баумана в рамках программы «Приоритет 2030»: «Создание прототипа цифрового двойника локального участка леса, как элемента системы климатического мониторинга. ПРИОР/СН/НУ/22/СП1/4».

Методология и методы исследования. В основу исследования положен традиционный метод долговременных наблюдений на постоянных пробных площадях (ППП). Изучались основные ценоэлементы лесного фитоценоза. Объектами исследования выбраны репрезентативные сосновые фитоценозы: тип лесорастительных условий $C_2 - C_3$, тип леса – сосняк сложный, а также вырубки после проведения сплошных санитарных рубок на месте ветровала, тип лесорастительных условий B_2 .

В исследовании использовался комплексный подход по изучению роста и производительности, а также структурной организации сосновых фитоценозов. Системный анализ позволяет рассматривать лесной фитоценоз как сложную систему, где все элементы взаимосвязаны и взаимодействуют между собой. Применение комплексного подхода в современной лесной экологии позволяет дать оценку протекающих процессов, происходящих в лесах, прогнозировать состояние, оценивать параметры формирующихся лесных фитоценозов.

Обработка результатов, полученных в ходе полевых работ осуществлялась с использованием методов математической статистики (описательная статистика, корреляционный и регрессионный анализ, методы проверки статистических гипотез), применяемых в естественных науках. Все статистические выводы сделаны при $p = 0,05$. Анализ данных выполнялся с использованием прикладного пакета Microsoft Excel и программы STATISTICA 12.0.

Положения, выносимые на защиту:

1. Сосновые сообщества естественного происхождения в условиях Московского региона отличаются достаточно высокой долговечностью. В старовозрастных сосновых древостоях естественного происхождения преобладает верховой тип отпада деревьев.

2. В сосновых фитоценозах Московского региона происходит трансформация структуры во всех ценоэлементах. По материалам длительных наблюдений установлено, что в Московском регионе происходит активное внедрение широколиственных пород во второй ярус древостоя начиная с возраста 50 – 70 лет сосны обыкновенной.

3. Восстановительная динамика сосновых фитоценозов после ветровала с последующей сплошной санитарной рубкой обусловлена значительной конкуренцией со стороны мелколиственных пород, что приводит к невозможности их естественного формирования в ландшафтах надпойменных террас р. Москвы.

Обоснованность и достоверность результатов обеспечивается значительным объемом экспериментального материала (45 постоянных пробных площадей и 46 учетных площадок на вырубках), репрезентативно представляющих объекты исследования. Достоверность сформулированных выводов подтверждена соответствующими статистическими критериями, использованием современных методов обработки и интерпретации результатов.

Апробация работы. Основные положения и результаты диссертационных исследований апробированы на конференциях различного уровня: международной научной экологической конференции «Организмы, популяции и сообщества в трансформирующейся среде» (Белгород, 2022), международной научно-технической конференции «Актуальные проблемы развития лесного комплекса» (Вологда, 2022), международной научно-практической конференции «Актуальные проблемы экологии и природопользования» (Москва, 2023), международной научно-практической конференции «Устойчивое развитие: ветеринария, сельское хозяйство, аграрная техника и экология» (Карши, 2023), международной научной конференции молодых учёных и специалистов, посвящённой 180-летию со дня рождения К.А. Тимирязева (Москва, 2023), международной научно-практической конференции «Безопасность природопользования в условиях устойчивого развития» (Иркутск, 2023), международной научной конференции «Лесные экосистемы в условиях изменения климата: биологическая продуктивность и дистанционный мониторинг» (Йошкар Ола, 2023), всероссийской научной конференции «Интенсификация использования и воспроизводства лесов Сибири и Дальнего Востока» (Хабаровск, 2021),

всероссийской национальной научно-практической конференции с международным участием «Повышение эффективности лесного комплекса» (Петрозаводск, 2022), всероссийской конференции с международным участием «Вопросы геологии и комплексного изучения экосистем Восточной Азии» (Благовещенск, 2022).

Личный вклад автора. Сформулированы цель и задачи исследования, подобрана методика проведения полевых и камеральных работ. При непосредственном участии автора организованы и проведены полевые работы в течение 2020-2023 годов на 45 постоянных пробных площадях и 46 учетных площадках на вырубках. Автором лично проведена обработка материалов, в том числе с применением математико-статистических методов, а также интерпретация полученных результатов.

Публикации. По теме диссертации опубликовано 13 научных работ, в том числе 3 статьи в рецензируемых журналах, рекомендованных ВАК РФ и 1 статья в журнале, индексируемом в базах данных *Scopus* и *WoS*.

Структура и объем диссертации. Основной текст диссертации изложен на 222 страницах состоит из введения, шести глав, заключения и списка использованных источников, включающего 384 наименований, в том числе 65 зарубежных публикаций. Работа иллюстрирована 61 рисунком, включает 25 таблиц. Справочный материал представлен в 6 приложениях.

ГЛАВА 1. СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ВОПРОСА

1.1. Эколого-биологические характеристики сосны обыкновенной

Сосна обыкновенная (*Pinus sylvestris* L., 1753) хвойное растение, широко распространённый вид рода *Pinus* семейства *Pinaceae*. Занимает обширный ареал. В естественных условиях вид широко распространён в Евразии, начиная с Испании и Великобритании на западе и до бассейна реки Алдан и среднего течения Амура в Восточной Сибири на востоке. На севере сосна обыкновенная встречается до Норвегии. На юге имеет ареал в Турции, Монголии и Китае. На севере ареала поднимается на высоту до 1000 м над уровнем моря, а на юге – 1200–2500 м (Тахтаджян, 1978; Усольцев, 2010) (рис. 1).

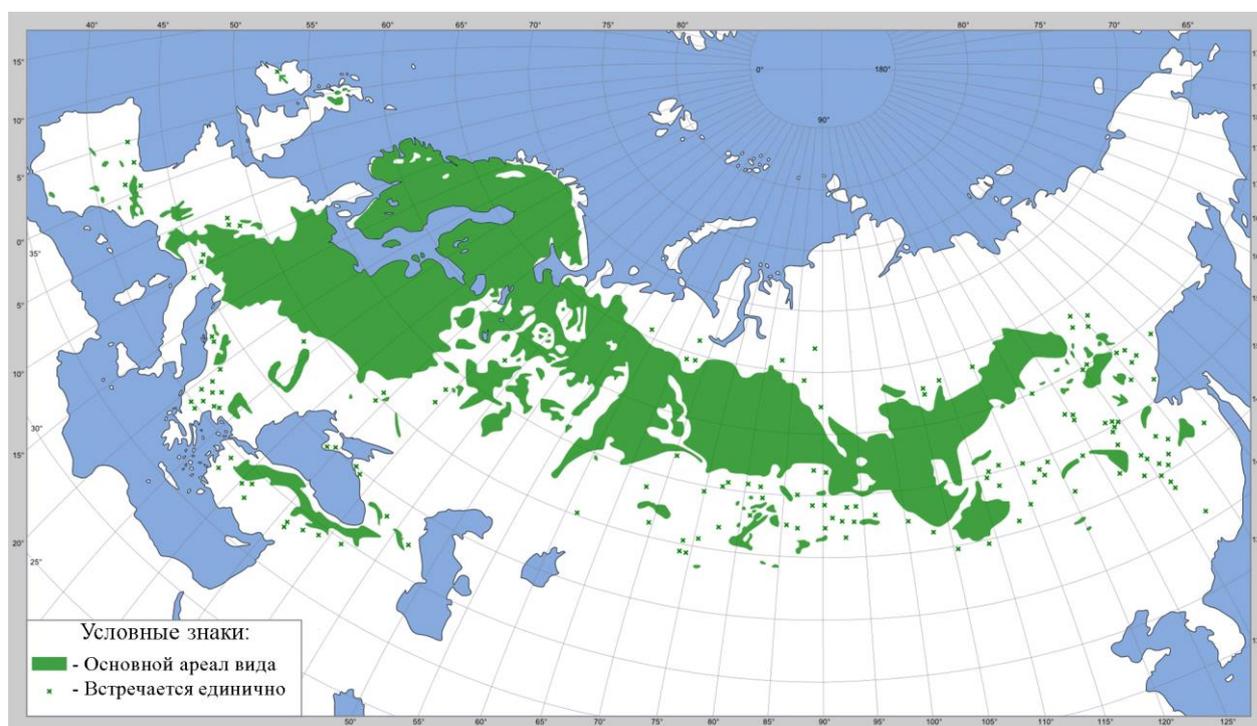


Рисунок 1. Ареал распространения вида *Pinus sylvestris* L.

На территории Российской Федерации сосна распространена от Мурманска до Кавказа и от Калининград до Дальнего Востока (Булыгин, 1985; Сазонова и др., 2011; Санников, Петрова, 2012).

В различных местах ареала сосна неоднородна по ряду особенностей: морфологических, биологических и эколого-физиологических, а соответственно и по лесоводственным свойствам в целом (Правдин, 1964).

На сегодняшний день ареал сосны самый обширный по сравнению с остальными древесными породами, что в свою очередь обусловлено её интрозанальностью (Правдин, 1964; Михайлова, 2022).

Ряд авторов отмечают, что данная порода обладает широкой экологической пластичностью. Для сосны обыкновенной выделено множество экотипов, форм, рас и подвидов (Шиманюк, 1974; Лесная энциклопедия..., 1986; Санников, 2002). Следовательно, данную породу можно отнести к полиморфным видам (Качалов, 1970; Санников, 1992; Лаур, Царев, 2012).

Сосна обыкновенная считается классическим примером непрерывной географической изменчивости популяционных систем. У данной породы при отсутствии выраженного горного рельефа происходит клинальная (плавная) изменчивость генетической структуры, фенотипических признаков и свойств, распространяясь в субширотном и субмеридиональном направлениях за изменением макроклиматических параметров (Раевский, 2015). В таких случаях границы внутривидовых таксонов проводятся достаточно условно (Правдин, 1964; Бобров, 1978). Однако, региональные особенности географической изменчивости и популяционной структуры вида должны обязательно учитываться при ведении лесного хозяйства.

Преимуществом сосны обыкновенной от остальных лесобразующих пород является нетребовательность к почвенным условиям. Данная порода возобновляется только семенным путем. Наиболее успешно это происходит на бедных сухих и заболоченных почвах, так как в этих условиях конкуренция практически отсутствует (Булыгин, 1985; Усольцев, 2001; Hannerz et al., 2002). Наиболее благоприятными для роста сосны являются легкие песчаные и супесчаные почвы (Киреев, 2007). В отличие от других древесных пород она

обладает исключительной способностью формировать леса на бедных, а также сильно заболоченных почвах.

Данная порода успешно приспосабливается к различным условиям произрастания, но её возобновление имеет целый ряд известных сложностей. Например, подрост последующего возобновления страдает от затенения при быстром росте лиственных пород (Побединский, 1979; Бабич и др., 2013).

Низкая конкурентоспособность сосны обусловлена её светолюбием на всех стадиях онтогенеза, однако по некоторым лесоводственным свойствам она может значительно превосходить иные лесообразующие породы.

В условиях Московского региона значительная скорость роста в высоту осевого побега позволяет сосне господствовать при совместном произрастании в одновозрастных высокополнотных насаждениях. Сосна формирует основной полог на несколько метров выше других пород и в последующем входит в господствующий полог насаждения (Абатуров, Меланхолин, 2004).

Корневая система у сосны очень пластична и способна меняться в зависимости от почвенно-грунтовых факторов (Куркин, 1994; Феклистов, Евдокимов, Барзут, 1997). Одновременно с мощным стержневым корнем она способна формировать один или несколько ярусов; горизонтально ветвящихся корней, что повышает ее устойчивость (Абатуров, Меланхолин, 2004). Однако на болотистых территориях сосна формирует поверхностную корневую систему и становится ветровальной (Новицкая, Чикина, Софронова, 1985).

Способность сосны обыкновенной выживать в крайне засушливых условиях обеспечивается ксероморфной организацией вида. Она имеет повышенную устойчивость к иссушению почвы. На почвах с избыточным увлажнением и на сфагновых болотах, успешное развитие сосны обусловлено устойчивостью корней к недостатку кислорода (Ткаченко, 1952; Правдин, 1964; Клушевская, Кузнецова, 2016; Тихонова, Тихонова, 2016).

Сосну обыкновенную за счет сочетания универсальной хозяйственной ценности, продуктивности, распространенности и широкой экологической нормы реакции по праву относят к одной из самой ценной древесной породе (Раевский, 2015).

Среди лесообразующих пород в Российской Федерации сосна обыкновенная по площади занимает третье место и уступает только лиственнице и березе. Сосна обыкновенная занимает значительные территории в европейской части страны, а в Западной Сибири, в регионах: Ханты-Мансийский автономный округ – Югра, Томская, Свердловская, Иркутская области и Забайкальский край, она является главной лесообразующей породой. Общий запас древесины сосны составляет 21 855, 1 млн. м³, или 19,5 % от суммарного запаса древесины в России (Филипчук и др., 2022).

1.2. Структура и динамика сосновых фитоценозов

На сегодняшний день имеется множество различных определений фитоценоза. Особое внимание заслуживает определение, сформулированное В.Н. Сукачевым (1935): «Под фитоценозом надлежит понимать всякую совокупность растений на данном участке территории, находящуюся в состоянии взаимозависимости и характеризующуюся как определенным составом и строением, так и определенным взаимоотношением со средой. Эта взаимозависимость определяется тем, что растения ведут борьбу за существование из-за средств жизни и вместе с тем одни изменяют среду других и этим иногда даже определяют возможность существования известных растений в фитоценозах», но В.Н. Сукачев в данное определение не стал включать следующие признаки: историческую обусловленность и естественное возобновление, несмотря на признание некоторыми учеными их очень важными.

Вместе с тем лесные фитоценозы являются частью биогеоценозов – более сложных природных систем, что важно учитывать при их изучении. В зарубежной литературе, вместо термина «биогеоценоз» чаще используют термин «экосистема», предложенный немецким гидробиологом Р. Вольтереком и английским геоботаником А. Тенсли (Woltereck, 1928; Tansley, 1935). Хотя между данными определениями имеются различия, которые заключаются в том, что экосистема – явление безразмерное. Биогеоценоз же всегда понимают, как пространственную единицу, имеющую определенные границы. «Биогеоценоз – это экосистема в границах фитоценоза» (Лавренко, Дылис, 1968; Работнов, 1992).

На сегодняшний день все большее распространение получают фитоценозы, которые возникли из-за деятельности человека. Антропогенное воздействие В.Н. Сукачев считал важнейшим фактором, влияющим на биогеоценозы. В результате деятельности человека на месте одинаковых биогеоценозов в дальнейшем могут возникать разные. Под влиянием антропогенного фактора в лесных фитоценозах происходит изменение сложившихся ранее взаимоотношений между организмами, а также средой и организмами. Создаваемые человеком искусственные лесные фитоценозы, как правило, утрачивают способность к саморегуляции, но сохраняют признаки экосистем.

Хозяйственное и экологическое значение сосновых экосистем чрезвычайно высоко. Сосновым фитоценозам посвящено значительное количество обширных научных работ в силу широкого территориального расположения и высокой биологической чувствительности (Мартынюк, 2018).

1.2.1. Структура сосновых фитоценозов

Под структурой фитоценозов Т.А. Работнов (1992) понимает особенности размещения растений и их компонентов в пространстве и во времени. Она характеризует объем среды, которая используется фитоценозом, а также особенности взаимодействия растительности со средой.

Структурная организация определяется составом и количественным соотношением компонентов растительных сообществ, условиями произрастания, а в эксплуатируемых человеком формой и интенсивностью воздействия на фитоценоз.

В нашей стране начало изучению структуры лесных фитоценозов положили выдающиеся ученые А.В. Тюрин (1924) и Н.В. Третьяков (1927). Изучению структуры сосновых фитоценозов, посвящено очень большое число публикаций как отечественных исследователей П.В. Горский (1957), К.К. Высоцкий (1962), В.Н. Сукачев (1964), С.С. Шанин (1965), В.И. Левин (1966), Р.Ю. Манкус (1966), А.С. Царьков (1967), А.И. Бузыкин, (1967), О.А. Неволин (1969), А.В. Тюрин (1971), В.С. Мирошников (1971), В.Ф. Багинский (1972), А.Д. Волков (1978), З.Я. Нагимов (1984), В.М. Соловьев (1988), О.В. Суставова (2004), Р.И. Рязанов (2011), И.Н. Кутявин (2013), А.Е. Осипенко (2020), С.А. Коротков (2023), так и зарубежных : I. Steijlen, O. Zackrisson (1987), O. Engelmark, L. Kullman, Y. Bergeron (1994), D.M. Richardson et al. (2007), M. Del Rio et al. (2016), J. Oleksyn et al. (2020), J. Brichta et al. (2024).

Для оценки статистических рядов распределения А.Г. Мошкалев (1974) использовал множественный регрессионный анализ.

Для «решения задач многоцелевого использования лесных экосистем и интенсификации лесного комплекса необходимо использовать тщательную оценку строения древостоев, которая характеризует число поколений» (Лежнев, 2023а), продуктивность и устойчивость экосистем (Третьякова, 2005; Wang, Rennolls, 2005; Coomes, Allen, 2007; Correia et al., 2017).

Преимуществом условных ступеней над естественными является постоянство их числа, и они позволяют вычислить все статистические значения в рабочих единицах (Костышев, Соловьев, 2015).

Структура лесных фитоценозов оценивается в основном двумя методами: 1) рядами процентного распределения древесных растений

по ступеням толщины; 2) рядами редуцированных чисел ранжированных деревьев (Соловьев, 2001).

В.М. Соловьев и К.В. Данилов (2017) отмечают, что методы рядов процентного распределения деревьев по ступеням толщины и рядов относительных значений признаков ранжированных деревьев нужно применять вместе для всесторонней оценки строения насаждений.

Важным признаком структуры лесных фитоценозов является степень сомкнутости растительности и особенность вертикального распределения, а также наличие или отсутствие нескольких ярусов (Работнов, 1978).

Как правило, фитоценозы могут разделены на достаточно хорошо отграниченные по вертикали структурные элементы. Основными элементами, которые характеризуют вертикальную структуру лесных фитоценозов являются ярусы.

В данный момент в науке существует две трактовки ярусности, исходя из жизненных форм видов, которые входят в состав ценозов и из расположения органов растений (Корчагин, 1971). В данном исследовании использовался первый подход в ходе изучения структуры сосновых фитоценозах.

Распределение деревьев по ступеням толщины тесно связано с возрастной структурой древостоя (Ермоленко, 1987; Семенов и др., 1998; Бахтин, Соколов, 2015). Высотная структура древостоев считается одним из главных показателей продуктивности и состояния лесов и зависит от природных условий региона (Цветков, 2002).

По мере увеличения возраста насаждений ряды распределения деревьев по диаметру, как правило, растягиваются (Луганский, Нагимов, 1994; Киселева и др., 2012).

Говоря о возрастной структуре древостоев, следует отметить, что её необходимо учитывать при определении исторического развития древостоев, оценки их устойчивости и лесообразующих процессов (Кутявин и др., 2021). Постоянно подвержена пространственно-временным изменениям

возрастная структура, которая находится под воздействием внешних и внутренних факторов (Комин, Семечкин, 1970; Стороженко, 2007; Kuuluvainen et al., 2002; Wallenius, 2002; Lilja et al., 2005; Garet et al., 2012).

За длительный период существования в древостоях протекают закономерные стадии возрастного развития, но фитоценозы могут испытывать различные нарушения, которые способны изменить их облик и ход развития (Татарников, Львов, 2019).

Стоит отметить, что особенно четко ярусность наблюдается в лесах хвойно-широколиственной зоны, также значительную роль в определении структурной организации фитоценозов играет состав ценоэлементов, численность и жизненное состояние особей сосудистых растений (Работнов, 1992).

1.2.2. Динамика сосновых фитоценозов

Изучением динамики сосновых фитоценозов занималось большое количество отечественных исследователей: Г.Ф. Морозов (1914), В.Н. Сукачев (1964), И.С. Мелехов (1968), Л.П. Рысин (1969), А.В. Абатуров, П.Н. Меланхолин (2004), А.А. Вайс, А.С. Смольянов (2009), С.В. Третьяков (2011), В.М. Соловьев, К.В. Данилов (2017), Н.Н. Дубенок, В.В. Кузьмичев, А.В. Лебедев (2019), Н.Ф. Кузнецова, М.Ю. Сауткина (2019), С.А. Коротков и др. (2020); А.Ю. Кудрявцев (2022), а также ряд зарубежных : A. Jansons, I. Baumanis (2005), H.W. Linderholm et al. (2014), V. Sensula et al. (2015), E. Conte et al. (2018), M. Ara et al. (2022), M. Fassl, P. Linder, L. Ostlund (2024).

В.Н. Сукачевым (1964) предложена очень простая, но вместе с тем глубоко продуманная классификация разных форм динамики лесных экосистем, разделяющая их на две группы: циклические и сукцессионные.

Концепция динамики лесообразовательного процесса лежит в основе двух лесотипологических направлений: генетического, основоположниками

которого являются Б.А. Ивашкевич (1929) и Б.П. Колесников (1958), и динамического, основы которого сформулировал И.С. Мелехов (1968).

А.В. Абатуров и П.Н. Меланхолин (2004) под естественной динамикой лесных экосистем понимают процесс развития без вмешательства человека в жизнь современного поколения леса. Под вмешательством они имеют в виду изменение породного состава.

Для научно обоснованной трактовки динамических процессов, протекающих в данный момент, необходимо иметь представление о том, что происходило ранее (Рысин, 2013).

Необходимость изучения динамики фитоценозов для понимания их биологической устойчивости не вызывает вопросов. Естественную динамику лесных экосистем нужно знать при изучении устойчивости лесов к воздействию различных факторов (Рожков, Козак, 1989). Изучение динамики лесных фитоценозов совершенно необходимо при мониторинге урбоэкосистем (Мозолевская, 1998).

По мнению А.В. Абатурова и П.Н. Меланхолина (2004) наибольший интерес представляет динамика древостоев в период прохождения наиболее показательных определяющих возрастных стадий развития древостоя – возраст спелости и распада. В этот период деревья достигают уже средней продолжительности жизни, характерных параметров развития, следовательно, начинается возрастной распад древостоя. Считается, что в этот период начинает формироваться новое поколение леса – его породный состав и пространственная структура, что впоследствии на многие годы вперед определит динамику древостоя.

В основу методов оценки возрастной динамики древостоев положены развиваемые представления о росте и дифференциации совместно произрастающих древесных растений, строении и формировании их по группам (Соловьев, 2008).

Изучению биологической продуктивности сосновых древостоев, определению вертикальной структуры, моделированию структуры

и динамики запасов насаждений посвящено значительное количество работ В.А. Усольцева (1988; 2001; 2007; 2010; 2017).

При изучении сукцессионной динамики лесных экосистем нужно иметь представление о всех различных факторах, которыми она определяется и учитывать исторический фактор (Мелехов, 1968; Рысин и др., 2010; Коротков, 2023).

С.В. Третьяковым (2011) отмечается, что динамика роста и развития древостоев в смешанных лесных фитоценозах отличается от чистых. В смешанных древостоях необходимо рассматривать данные процессы, не только со стороны отдельных древесных пород, но и учитывать их взаимное влияние, как составных частей экосистемы.

Изучая динамику роста сосновых фитоценозов на постоянных пробных площадях А.А. Вайс и А.С. Смольянов (2009) определили следующее: главный фактор, который влияет на количество отпада в наблюдаемых сосняках – это густота древостоя.

При изучении динамики смешанных насаждений С.В. Третьяковым (2011) установлено, что наиболее высокая продуктивность смешанных древостоев обеспечивается за счет более высокой полндревесности стволов сосны и запаса еловой части древостоя. Аналогичные данные получили С.И. Цай (1965), а также В.Ф. Багинский и Р.Л. Терехова (1982).

Моделирование динамики таксационных показателей сосны проведено В.К. Хлюстовым, А.Н. Поляковым и А.В. Красносумовой (2014). Данными исследователями на примере нескольких пробных площадях отражены зависимости среднего диаметра, средней высоты, суммы площадей сечений, количества деревьев, запаса древесины от возраста в математической и графической форме.

Для оценки перспективной динамики роста и производительности насаждений более применима верхняя высота, которая рассчитывается для некоторой части наиболее крупных деревьев, так как в отпад поступают,

как правило, отстающие в росте деревья (Загреев и др., 1992; Сабо, Турбин, 1994). Основное преимущество верхней высоты перед средней состоит в том, что на рост доминирующих деревьев не так сильно влияет густота древостоя и прореживания (Лебедев, 2022а; Hernández-Cuevas et al., 2018; Tarmu et al., 2020).

О.Д. Васильев и С.В. Чистов (2018) отметили основные тенденции в динамике с учетом ценотического разнообразия лесных экосистем и их ландшафтной приуроченности в Московском регионе. В качестве исследуемых территорий подобраны ландшафты в различных физико-географических провинциях региона. Установлена для Московского региона общая тенденция по снижению лесистости.

Н.Н. Дубенок, В.В. Кузьмичев и А.В. Лебедев (2018) при изучении динамики лесного фонда Лесной опытной дачи Тимирязевской академии за 150 лет, выявили, что за исследуемый период прослеживается процесс увеличения доли наиболее устойчивых к условиям городской среды древесных пород: лиственницы, березы и дуба.

М.Д. Мерзленко и др. (2018) при изучении динамики в старовозрастных сосняках сложного бора на территории Московской области, установлено, что в сосновом фитоценозе сохраняется положительный текущий прирост по запасу древесины.

Л.П. Рысиным (1969; 2010; 2013) в ряде работ рассмотрена динамика сложных боров, произрастающих на относительно богатых почвах в зоне хвойно-широколиственных лесов, отмечено полное отсутствие во всех типах леса естественного возобновления сосны, что в последующем приведет к смене главной породы на липу и заросли лещины.

При изучении естественной динамики сосновых фитоценозов в ближнем Подмоскowie А.В. Абатуров и П.Н. Меланхолин (2004) установили, что под пологом древостоя формируются достаточно благоприятные условия для успешного роста основных лесообразующих пород.

При наличии условий для появления подроста под пологом сосняков рано формируется подчиненный полог из других пород.

Особого внимания заслуживают леса, окружающие Москву, к сожалению, в настоящее время отмечается тенденция по снижению площади лесных насаждений, однако, территория Москвы и Московской области остается в значительной степени покрыта лесами (более 1,5 млн. га). При этом пятую часть (20 %) данной территории занимают именно сосновые насаждения.

Состояние лесных экосистем Московского региона очень динамично, что обусловлено в свою очередь рядом факторов: мозаичность, внешние воздействия и длительное лесопользование. Смещение в сторону широколиственных пород, связывают с постепенным изменением среднегодовых температур и с тепловым островом Московской городской агломерации (Коротков и др., 2015).

Естественная динамика древостоев при неизменных лесорастительных условиях должна привести к восстановлению коренной лесной растительности через ряд временных производных лесных сообществ. Устойчивость производных лесов к воздействию неблагоприятных факторов среды, как правило, понижена (Абатуров, Меланхолин, 2004).

Исследования направленные на изучение структуры и динамики лесных фитоценозов, в частности, сосновых, являются актуальными, потому что Москва является одной из крупнейших городских агломераций мира. За последнюю тысячу лет эти лесные экосистемы подвергались самому различному вмешательству человека, они несколько раз вырубались и снова восстанавливались. Во второй половине 20 века резко возросло техногенное воздействие на леса, что привело к ускорению сукцессионных процессов. Вместе с тем на значительных лесных территориях региона, уже давно утратив первоначальный облик, за счет непрерывного длительного лесопользования, значительно изменилась структура и состав насаждений. В связи с масштабным усыханием еловых лесов в настоящий момент времени в европейской части России и на территории Европы в целом, необходим

поиск других древесных пород как по показателю продуктивности, так и по устойчивости.

1.3. Сукцессии в лесных фитоценозах

Любой фитоценоз не существует постоянно и рано или поздно он трансформируется в другой, если до того времени не уничтожается в результате воздействия каких-либо внешних факторов по отношению к нему, в том числе и антропогенного.

Способность к сменам – одно из важнейших свойств фитоценозов, обусловленное, тем что они являются открытыми системами, которые находятся под влиянием внешних факторов.

1.3.1. Общие представления о сукцессиях

Общие представления о сукцессиях были сформулированы Ф. Клементсом, в его понимании сукцессия – это процесс формирования сообщества, способного к самоподдержанию (Clements 1936; 1963).

Сукцессии – это необратимые, происходящие в определенном направлении, изменения растительности, которые проявляется в смене одних фитоценозов на другие (Работнов, 1992).

Сукцессии в лесной фитоценологии обычно описывают процесс смены древесных пород – эдификаторов и субэдификаторов (Сукачев, 1961), что принято считать генетическими рядами сукцессий (Исаев и др., 2008), основными единицами которого считаются сериальные и климаксные ассоциации (Clements, 1916). Наступить сукцессионные процессы могут из-за разных факторов (рекреация, рубки, пожары и т.д.). Однако, смена эдификатора при этом необязательна (Дебков и др., 2018).

Продолжает ставаться важным оценка биоразнообразия и функционирования лесов на разных стадиях сукцессионного развития после нарушений различного происхождения, а также на выявление связей между биоразнообразием и функционированием лесных

экосистем (Биоразнообразие и функционирование..., 2021). Для понимания истинных причин и сложнейшего механизма сукцессионных изменений лесных экосистем и для того, чтобы их «перенаправить» в нужную сторону, крайне важно, чтобы исследования были комплексными, стационарными и длительными (Рысин, 2013).

Б.А. Ивашкевич (1933) говорит о лесной экосистеме как о «природном географическом явлении, находящемся в состоянии непрекращающегося развития и изменения».

«Любая стадия развития лесных сообществ характеризуется определенным комплексом жизненных превращений и таксационных показателей деревьев лесообразующих пород, а также и специфическими особенностями всех остальных компонентов во всех ярусах насаждения в целом» (Колесников, 1956).

Д.В. Гусевым (2021) в ходе исследования установлено, что значительное влияние на начальные стадии сукцессии оказывает ландшафтная специфика лесорастительных условий, потому что уже на самых ранних стадиях сингенеза прослеживаются его ландшафтные закономерности.

Лесные биогеоценозы находятся в непрерывном изменении. Антропогенное воздействие является одним из наиболее важных факторов динамики фитоценозов, причем не только текущее лесопользование, но и предыдущее. Современные условия и значение исторического фактора необходимо учитывать для выявления причин, которые определяют динамику леса (Рысин, 2009).

Из-за постоянно изменяющихся условий существования в жизни леса происходит вытеснение одних видов древесных растений другими видами. Неосторожное вмешательство человека в данный процесс нередко заканчивается нарушением его закономерностей. Изменения, которые протекают в тысячелетия и неуловимые в короткие промежутки времени, накапливаются в каждом элементе, каждом звене сложного комплекса условий, средств жизни лесного биогеоценоза и завершаются образованием нового (Колданов, 1966).

Некоторые зарубежные исследователи придерживаются комплексного подхода в определении причин ухудшения фитоценозов (Oleksyn, 1987; Debort, Meyer, 1989). При этом, R. Impens, E. Laiten и J. Fagot (1988) связывали процессы ослабления и быстрого отмирания лесных фитоценозов со значительным воздействием на эти сообщества техногенных выбросов и увеличением лимитирующих антропогенных факторов.

Вместе с тем некоторые ученые – экологи отмечают, как по мере протекания сукцессии видовое разнообразие растений в начале увеличивается, а затем снижается (Уиттекер, 1980; Forest Succession, 1981).

Появление первого поколения поздне-сукцессионных видов в лесных экосистемах является начальным этапом восстановительных сукцессий, на этой стадии еще не существует устойчивых потоков поколений в популяциях доминирующих видов (Смирнова, Торопова, 2008).

Модели фазовых переходов в сукцессионных процессах в лесах исследовали А.С. Исаев и др. (2008) и пришли к выводу о том, что «процесс перехода из состояния с преобладанием травянистой растительности в состояние с преобладанием древесных растений инициируется, когда фитомасса насаждения превысит некоторое критическое значение».

В.Н. Сукачевым (1964) выделено два основных вида сукцессий: эндогенные и экзогенные. Однако, данное разделение достаточно условно, потому что главная причина смены фитоценозов – изменение условий произрастания растений происходит одновременно и в результате воздействия внутренних и внешних факторов по отношению к фитоценозу.

Также стоит отметить, что по мнению А.П. Шенникова (1964) при любой смене фитоценоза на другой происходит в результате сингенеза. Тем не менее два вида сукцессии (эндогенные и экзогенные) целесообразно рассмотреть отдельно.

1.3.2. Эндогенные сукцессии в сосновых фитоценозах

Эндогенные сукцессии не протекают без воздействия внешних факторов, они всегда сочетается с экзогенными. Степень воздействия

внешних факторов при эндогенных сукцессиях зависит от климатических условий и особенностей почвообразующей породы.

В процессе эндогенных сукцессий в лесных фитоценозах изменяются не только эдафические условия, но и микроклимат (световой и температурный режимы). Например, влияние теплового режима, которое проявляется в защите от вымерзания подсеяющихся особей растений, что отчетливо наблюдается при успешном внедрении подроста ели под пологом сосновых насаждений (Работнов, 1992). Внутренние сукцессии являются следствием преобразования экологической среды организмами в ходе их жизнедеятельности. М.Е. Лавренко (1959) отмечает, что «фитоценоз изменяет экотоп и в связи с этим изменяется сам».

В.Я. Колданов (1966) в своем исследовании пришел к следующим выводам: смена хвойных пород – широко наблюдаемое изменение видового состава леса. Смена пород влечет за собою смену лесного биогеоценоза, следовательно, смену формы и содержания обмена вещества и энергии, и приводит к преобразованию лесорастительной среды.

В сукцессионных процессах очень важное значение имеют взаимоотношения совместно произрастающих древесных пород. Е.Л. Маслаков (1984) утверждает, что «прямой зависимости между ростом самосева сосны и освещенностью не наблюдается, но наилучшая его сохранность и рост отмечается на участках, где освещенность не ниже 30–50 % освещенности открытого места».

Белорусские ученые Н.Д. Нестерович и Г.И. Маргайлик (1969) на объектах с относительной полнотой от 0,3 до 0,7 в сосновых древостоях установили, прямую корреляционную связь между естественным возобновлением главной породы и освещенностью напочвенного покрова.

Вместе с тем состав подроста нельзя использовать для качественного прогнозирования будущего состава древостоев, однако может применяться как индикатор текущего направления сукцессии в фитоценозах (Коротков и др., 2015).

Н.М. Дебковым и др. (2018) изучались сукцессионные процессы сосновых фитоценозов в различных условиях местопроизрастания. Установлена закономерность, показывающая, что с молодого возраста до приспевающего снижается разница между продуктивностью климаксных и сериальных сообществ, но в спелом и перестойном возрасте – резко увеличивается, что в свою очередь указывает на недолговечность сериальных фитоценозов и о протекающих в них сукцессионных процессах.

Л.П. Рысин (2009) полагает, что «сосна устойчива только в местообитаниях с экстремальными условиями, в остальных случаях она сменится другими породами либо в силу того, что по тем или причинам занимает не свойственные ей местообитания, либо в связи с исчезновением факторов, поддерживающих ее существование». Также отмечен и тот факт, что сукцессии в лесах обусловлены историческим фактором, почти везде протекают демулационные процессы, в ходе которых восстанавливается первоначальный породный состав древостоев и их структура.

На моренных водораздельных равнинах сосновые фитоценозы, как правило, искусственные и являются бывшими посадками на месте вырубленных ельников (Абатуров и др., 1997).

Н.Ф. Кузнецова и М.Ю. Сауткина (2019) полагают, что «дестабилизация сосновых лесов на территории Центрального федерального округа обусловлена эволюцией растительного мира и лесного покрова в целом». С 1990-х смена сосны на березу происходит с очень высокой скоростью примерно 2–4 % за 10 лет.

Ряд ученых считают, что только за счет своевременного и правильного проведения уходов можно предотвратить смену хвойных пород на лиственные (Чибисов, 1998; Фетисова и др., 2013; Скорнякова, 2016).

1.3.3. Экзогенные сукцессии в сосновых фитоценозах

Смены фитоценозов под воздействием внешних условий возникают в результате действия природных и антропогенных факторов. В зависимости от действующего фактора среди экзогенных сукцессий выделяют: климатогенные, эдафогенные, зоогенные и антропогенные (Сукачев, 1961; Работнов, 1992).

Любое внешнее вмешательство в фитоценоз, приводит к необратимым изменениям в структуре всей экосистемы. Как правило, рубки приводят к необратимым последствиям, вследствие чего лесная экосистема деградирует (Ермолова, 1981; Перевозникова, 1993; Обыденников, 1996; Крышень, 2006; Беяева и др., 2012).

Антропогенные смены являются мощным фактором, оказывающим влияние на породный состав, структуру, продуктивность и устойчивость лесных фитоценозов. Интенсивность воздействия человека на лесные экосистемы постепенно усиливалась из-за роста населения и городов, технологического развития предприятий, с целью изменения породного состава и повышения продуктивности насаждений (Работнов, 1992).

В результате вырубки леса на огромных пространствах возникают, вторичные сукцессии. В зависимости от исходного состояния, размеров вырубаемой площади, от способов рубок, используемой техники, мероприятий по очистке лесосек, а также дальнейшего использования лесосек сукцессии протекают по-разному.

Сплошная рубка и изъятие большого количества фотосинтезирующей биомассы из лесной экосистемы, значительное влияние оказывает на экологические, метеорологические и гидрологические условия территории (Молчанов, Курбатова, Ольчев, 2017).

Возобновление на вырубках коренных лесообразующих пород является важной проблемой экологии леса (Мелехов, 1962; Маслаков, Колесников, 1968; Санников, Санникова 1985; Обыденников, Кожухов, 2005; Пугачевский, Серенкова, 2015; Ammer et al., 2018; Varaksin et al., 2021; Šiprc et al., 2023; Niu et al., 2023).

Рубки кардинально изменяют структуру лесного фитоценоза, окружающую среду и условия для естественного лесовозобновления (Обыденников, 1992; Фетисова, 2013; Кази, 2016).

После сплошных рубок резко меняются экологические условия для типичных лесных растений. Изменение светового и гидрологического режима приводит к быстрой смене живого напочвенного покрова. Как правило, происходит разрастание злаков, препятствующее появлению всходов древесных и кустарниковых пород (Беляева и др., 2019; Moreno-Fernández et al., 2015; Aleksandrowicz-Trzcińska et al., 2018; Schönfelder et al., 2020; Przybylski et al., 2021; Ara et al., 2022; Jílková et al., 2023).

Ряд видов лесных травянистых растений отрицательно реагируют на резкие изменения в условиях их произрастания. К ним относятся: черника, кислица, майник и др. Для большинства лесных травянистых растений неблагоприятные условия на вырубках формируются из-за резкого изменения температуры, нарушения подстилки, а также из-за увеличения задернения почвы.

Среди лесообразующих пород возобновляются лучше на вырубках, как правило, мелколиственные. Береза и осина ежегодно обильно плодоносят. Кроме того, данные виды имеют способность образовывать поросль от пня и корневые отпрыски (Работнов, 1992; Чижов, 2003; Кулясова, 2020).

На последующее возобновление влияние оказывает наличие стен леса, наибольшее количество самосева отмечается на расстоянии до 35 м от них (Пугачевский, Серенкова, 2015).

По площади вырубки подрост появляется неравномерно. Непосредственно у стены леса его почти в 2 раза меньше, чем на расстоянии 25 м. (Ключников, Парамонов, 2010). Вместе с тем, для соснового подроста характерно равномерно-случайное распределение на сплошных вырубках независимо от типа леса (Беляева и др., 2019; Bílek et al., 2018).

Изменения среды и напочвенного покрова вырубок оказывают большое влияние на характер и направление лесовосстановительного процесса. В большей степени это выражено на сплошных вырубках, где часто наблюдается смена хвойных пород на мелколиственные (Przybylski et al., 2021; Ara et al., 2022).

Естественное возобновление сосны на вырубках может протекать в течение длительного периода. Одновременное и равномерное возобновление сосны встречается редко (Цветков, 2002). В условно-разновозрастных насаждениях сосны обыкновенной, которые формируются на вырубках, естественное возобновление может происходить до 80 лет (Зябченко, 1984).

Иногда, на сплошных вырубках сосна возобновляется успешно, но в значительной части это относится только к отдельным типам лесорастительных условий (Великайнен и др., 1974; Побединский, 1979; Санников, 1992; Бабич и др., 2008).

Восстановление нарушенных лесных фитоценозов протекает в несколько стадий. На начальной стадии значительную роль играет наличие обильного количества семян на вырубке. Примерно на 3–4 год после проведения рубки, важным фактором становится травянистая растительность. На вырубке формируется сомкнутый травостой, заселяется злаковая и сорная растительность, затрудняющая появление всходов и самосева сосны (Воронова, 1964; Ермолова, 1981; Маврищев, 1991; Цветков, 2008; Гуталь, 2014). На успешность последующего возобновления сосны влияет степень задернения почвы (Санников, 1985). При задернении на 80 %, всходы сосны отсутствуют на расстоянии от 40 до 60 м от стены леса. При 100% задернении они не встречаются даже у стены леса (Малиновских, Маленко, 2017).

При наличии обсеменителей, на участках с минерализацией почвы, значительное количество подроста сосны образуется в течении первых 5 лет после рубки (Обыденников, 1996; Цветков, 2002; Гусев, 2016).

Ряд зарубежных ученых считают, что некоторые растения из состава подлеска и травянистых растений являются главными конкурентами сосны (Uutera, 1995; Nilsson, Allen, 2003). Мелколиственные породы (береза и осина) считаются сильными конкурентами на поздних стадиях возобновления хвойных пород (McCarthy et al., 2011; Lof et al., 2012).

Вывод по разделу

В настоящий момент проблеме временной изменчивости лесных насаждений уделяется значительное внимание. Только при изучении сукцессионных процессов, можно выявить закономерности, которые управляют жизнью леса. Сукцессии, протекающие в сосновых фитоценозах Московского региона изучены далеко не полностью. Не изучена связь между процессом сукцессии сосновых фитоценозов и основными ценоэлементами. Влияние основных таксационных показателей материнских древостоев на естественное возобновление изучено не полностью. Все вышеуказанные обстоятельства необходимо принимать во внимание при оценке влияния травяного покрова на процесс возобновления леса. Изучение восстановительной динамики древесно-кустарниковой и травянистой растительности на сплошных вырубках позволяет прогнозировать ход лесовозобновительного процесса и дальнейшее формирование насаждения.

1.4. Средообразующие функции сосновых фитоценозов и их значение для окружающей среды

Лесные экосистемы – самые распространённые наземные экосистемы нашей планеты. Они являются местообитанием для более половины известных видов растений и животных – выполняют важнейшие жизнеобеспечивающие функции (Лукина, 2020).

Леса на территории Московского региона, несмотря на непрерывное использование, занимают наибольшую часть площади. Сосновые экосистемы имеют большое значение, так как они улучшают климат, поддерживают газовый баланс атмосферы, защищают ландшафты от разрушения и очищают воздух, а также дают разнообразную продукцию, применяемую в различных сферах деятельности человека. Последующее использование и сохранение данных лесных биогеоценозов допустимо только при научно-обоснованном лесопользовании (Рысин, 2012).

Сосновые фитоценозы являются природными экосистемами, которые выполняют ряд важных функций, в том числе и для человека. Как правило, выделяют несколько групп природных экологических функций лесных насаждений: средообразующие, защитные и стабилизирующие (Васильев, 2020).

Леса выполняют множество экосистемных функций и предоставляют людям множество экосистемных услуг (Лукина и др., 2020). Для человека наибольшую ценность представляют средообразующие функции лесов, которые будут рассмотрены более подробно в данном разделе.

Ряд авторов отмечают значительный вклад лесных насаждений в регуляцию глобальных климатических изменений и углеродный баланс (Замолодчиков, 2011; Ольчев, 2015; Трунов, Романовская, 2017; Woodward et al., 1995; Schimal et al., 2001).

В настоящее время актуальна проблема сохранения лесных массивов, являющихся экологическими каркасами регионов (Кравченко, 2015). Московский регион характеризуется высоким антропогенным воздействием

на лесные экосистемы. Наиболее уязвимыми при техногенном развитии региона оказываются лесные массивы (Васильев и др., 2019).

Согласно Н.Ф. Реймерсу (1990) «средообразующие функции леса – это роль лесных биогеоценозов в формировании среды, обеспечивающей благоприятные условия».

А.И. Татаркин и В.Г. Логинов (2014) в своем исследовании проанализировав глобальную роль лесной экосистемы в жизни общества, лесные ресурсы определили, как комплекс древесных и недревесных, а также иных природных ресурсов, ей присущих. Данная формулировка средообразующих функций леса появилась за счет идей В.В. Докучаева (1883) о взаимосвязи всех природных явлений, о целостности природных экосистем, а также появление и развитие биогеоценологических представлений о лесе, разработанных академиком В.Н. Сукачевым (1964).

Одни из наиболее важных для состояния здоровья людей являются средоформирующие функции лесных фитоценозов, которые выделяют в процессе фотосинтеза кислород и фитонциды. Леса улучшают атмосферу и создают необходимые для жизнедеятельности человека параметры среды (Чистов, 1993).

Ряд авторов в своих исследованиях средообразующих функций лесов в зоне хвойно-широколиственных лесов, в пределах которой расположена Московская агломерация, большое значение уделяют фитомассе, мортмассе, продуцированию кислорода и депонированию углерода (Замолотчиков, Уткин, Коровин, 2005; Васильев, Чистов, 2016; Васильев и др., 2019).

Средообразующие функции лесных экосистем, произрастающих в различных природных зонах, будут отличаться так же, как и их реакция на антропогенный фактор (Протопопов, 1975, 1977; Исаев, 1990).

А.Ф. Рудзким (1893) был предложен термин «невесомые» полезности в монографии «Руководство к устройству русских лесов». М.М. Орлов (1915), в своих исследованиях обращает внимание на примеры невесомой полезности лесных экосистем.

А.Б. Жуков и А.И. Бузыкин (1977) считают, что «средообразующая роль лесов обусловлена объемом фитомассы и ее качественных показателей». Данными авторами введен термин «биогеоценотическая продуктивность» с разделением продуктивности на «весомую» и «невесомую».

«Невесомые полезности леса» в большей степени относятся к рекреационным, духовным и эстетическим свойствам лесных экосистем, а также стоит выделить депонирование углерода. И.А. Янгутов и А.Н. Филипчук (2009) рассматривали средообразующие функции лесов во взаимосвязи с рекреационным лесопользованием, в частности, с благоустройством и охраной лесных экосистем.

И.И. Яценко (1917) сформулировал требование к оценке лесов с точки зрения их рекреационной роли: лес представляет, кроме всего прочего, высокую эстетическую ценность для человека.

Г.Ф. Морозов (1949) в своих исследованиях придавал большое значение и роли антропогенного фактора в жизни леса. Антропогенное воздействие на лесные насаждения проявляется по-разному и имеет зависимость от физико-географической обстановки.

В зарубежной литературе «невесомые полезности леса» связаны в основном с защитными функциями лесов и с недревесной продукцией (Alexander et al., 2002; The Contribution..., 2003).

Увеличивающийся интерес к средообразующим функциям лесных экосистем предопределяет многоцелевое использование ресурсов, в том числе через расширение зоны интенсивной модели использования лесов, что в полном объеме соответствует действующей «Стратегией развития лесного комплекса Российской Федерации до 2030 года» (Распоряжение Правительства РФ..., 2018), где закреплено развитие многоцелевого использования и совершенствование системы лесопользования.

В.И. Рубцов (1984) в своем исследовании относит продуцирование кислорода и депонирование углерода к глобальным средообразующим

функциям лесов, от которых зависит состояние климата Земли. Остальные – к локальным, которыми человек пользуется, находясь в лесу или рядом с ним.

В результате наблюдений О.Д. Васильева (2020) в различных физико-географических районах Московской области выявлено, что наибольшее продуцирование кислорода наблюдается в насаждениях ландшафтов с низким антропогенным влиянием – Верхневолжской и Мещерской низменностях. Также заболоченность территории данных низменных ландшафтов обуславливает относительно высокие значения запасов и депонирования углерода насаждениями. Условно-коренные сосново-еловые древостои продуцируют кислорода примерно 5 т/га в год (средневзвешенное 4,87 т/га в год), среднее депонирование углерода – чуть менее 2 т/га в год.

Б.П. Чураковым и Е.В. Манякиной (2012) была изучена биологическая продуктивность разновозрастных лесных культур сосны. По результатам исследования выявлено следующее, в среднем 5-летние культуры накапливается 0,54 т/га фитомассы, в том числе 0,27 т углерода. В 10-летних культурах общая фитомасса составляет 21,6 т/га, где депонировано 10,8 т углерода.

Также важной средообразующей функцией соснового леса является способность к пылезадержанию. Преимущество сосны перед лиственными породами заключается в том, что она имеет возможность задерживать пыль в зимний период. Для сосновых насаждений показатель пылезадержания в среднем составляет 5–6 г/м² хвои (Плужников, 2014). Способность сосняков к пылезадержанию составляет примерно 4–9 т/га в год в зависимости от класса возраста насаждения (Поляков, 1986).

Далее более подробно проанализируем влияние сосновых фитоценозов на процессы, протекающие в пределах лесной экосистемы. А.В. Побединский (2013) отмечает, что средообразующая роль леса велика и универсальна. Выделяются следующие группы влияния: интенсивность солнечной радиации, термический режим воздуха, влажность воздуха, экологические условия под пологом леса, температура почвы, скорость ветра,

задержание осадков, снегоотложение и снеготаяние, замерзание и оттаивание почвы в лесу.

Рассмотрим каждую группу влияния средообразующих функций сосновых лесов на окружающую среду в Московском регионе. Интенсивность солнечной радиации, которая проникает под полог древостоя, зависит от ряда факторов: возраст, состав, строение, густота, сомкнутость полога и других. Сосновые древостои обладают меньшей трансформирующей способностью солнечной радиации, чем еловые древостои.

Ю.Л. Цельникер (1977) в своем исследовании выявила, что доля просветов в кронах сосны составляет 32 %. Наименьшее количество солнечной радиации проходит под полог хвойного леса в стадии молодняка и спелом возрасте (Рубцов, 1984).

Хвойные формации оказывают влияние на термический режим воздуха как под пологом насаждения, так и на соседних участках, что обуславливает изменения в процессах снеготаяния и формирования стока. Летом температура воздуха под пологом древостоя ниже, чем на открытых пространствах и при увеличении температуры эта разница возрастает.

А.А. Молчанов (1961) исследовав влияние строения древостоя на температуру воздуха в 65-летнем сосновом древостое на территории Московской области, пришел к выводам о том, в сосняке с полнотой 0,9 и подлеском средней густоты, температура ниже на 1,7°C в сравнении с безлесными участками. В сосновом древостое такого же возраста и полноты, но без подлеска, температура ниже на 0,5°C в сравнении с безлесными участками.

Сосняки влияют на изменение температурного режима почвы. От температуры почвы зависят протекающие в ней гидрологические процессы, плодородие. На территории Московского региона при одинаковой сомкнутости и составе древостоя значение температуры почвы снижается при увеличении влажности почвы (Молчанов, 1961).

Влияние лесов на скорость ветра зависит от лесоводственно-таксационных показателей насаждения. В спелых сосновых насаждениях

с полнотой 0,9 и высотой 20 м, ветрозащитные свойства проявляются на расстоянии до 100 м от его границ (Побединский, 2013). По результатам исследования В.М. Зюбиной и А.В. Лебедева (1975) установлено, что с повышением лесистости на 10 % скорость ветра понижается на 0,2–0,3 м/с.

Сосновые насаждения по количеству осадков, проникающих к поверхности почвы, находятся между еловыми и лиственными. В условиях Московского региона сосновые фитоценозы задерживают 24 – 27 % дождевых осадков (Молчанов, 1953). Древостой способствует увеличению как вертикальных, так и горизонтальных осадков, за счет чего повышается его водоохранно-защитная роль (Побединский, 2013).

Вместе с тем, сосновые леса оказывают влияние на снегоотложение в пределах своих границ. Осадки в виде снега в Московском регионе имеют значительный удельный вес. В своих исследованиях А.А. Молчанов (1960) пришел к выводу о том, что все древостои, накапливают больше снега по сравнению с открытыми пространствами, кроме ельников. Также в своем исследовании А.А. Молчанов (1973) говорит о том, что оттепели в Подмоскovie снижают запас воды в снеге в пределах 34 – 76 мм.

Также стоит отметить и тот факт, что сосняки оказывают влияние не только на снегоотложение, но и на снеготаяние. В насаждениях процесс снеготаяние длится дольше, чем на безлесных территориях. Данный процесс обусловлен снижением солнечной радиации и низкой скоростью ветра в лесу (Побединский, 2013).

По материалам многолетних наблюдений в Подмоскovie получены следующие показатели, на открытой территории средняя интенсивность снеготаяния в сосновых древостоях составляет 9,1 мм/сутки, а в смешанных сосново-еловых, в том числе со вторым ярусом ели, таяние снега проходит в 1,5–2 раза медленнее (Молчанов, 1960). Также примесь сосны к лиственным древостоям снижает интенсивность, вследствие этого увеличивается длительность снеготаяния (Побединский, 2013).

Таким образом, вышеуказанные данные говорят о том, что смена сосновых фитоценозов на лиственные повышает интенсивность и снижает

длительность снеготаяния, что в свою очередь отрицательно влияет на стокорегулирующую роль леса.

Насаждения оказывают трансформирующее воздействие на замерзание и оттаивание почвы. Данный показатель имеет большое гидрологическое значение. В сложных по форме сосняках почва промерзает глубже, чем в простых сосняках. Со снижением полноты древостоя промерзание почвы уменьшается из-за повышенной мощности снежного покрова (Побединский, 2013).

А.А. Молчановым (1961) выявлено, что несмотря на большую высоту снежного покрова, почва промерзла ниже в брусничном и черничном сосняках, чем в ельнике-кисличнике, данное явление обусловлено большей влажностью и другим механическим составом почвы в ельнике.

Установлено, что в сосняках Московской области, произрастающих на суглинках, почва оттаивает медленнее, чем на песчаных, и длится процесс 10–15 дней после исчезновения снега. В сосновых древостоях со вторым ярусом из ели почва оттаивает дольше, чем в чистых сосняках на 5–8 дней (Молчанов, 1960).

Также среди средообразующих функций сосновых лесов выделяют санитарно-гигиенические, в значительной степени определяющиеся за счет фитонцидных свойств древостоя (Кочергина, 2018).

Важное значение для санитарно-гигиенического состояния фитоценозов имеют выделяемые сосной биологически активные вещества (Плужников, 2014).

Г.Б. Федосеев (1979) понимает фитонциды как «фактор среды, оказывающий влияние на состав стабильности биоценозов, влияющим в регуляции биосферы, охране среды, а также имеет высокое гигиеническое значение».

М.В. Григорьевой (2000) выделены первичные и вторичные фитонциды на основании различной интенсивности выделения и их состава. Первичные фитонциды вырабатывается здоровыми экземплярами, а вторичные – в результате ранения или механического повреждения растения.

По результатам исследования фитонцидных свойств сосны обыкновенной М.В. Кочергиной (2018) установлено, что в средневозрастном насаждении, период максимальной фитонцидной активности (около 60%) приходится на июль – август. Весной и осенью фитонцидность заметно ниже (25,5 – 31,5%) и значительно снижается в зимний период (5,5 – 14,5%).

Выявлено, что состояние жизнеспособности соснового древостоя оказывает значительное влияние на фитонцидную активность хвои (Слепых, 2004). Фитонцидная активность хвои соснового дерева в среднем за вегетационный период составляет 44 % (Кочергина, 2018).

Помимо хвои также вырабатываются и продуцируются биологически активные вещества корой, корнями и шишками сосны, способствующие повышению санирующего эффекта в атмосфере, почве и воде на данной территории (Григорьева, 2000).

Н.Г. Холодный (1948) исследовал концентрацию летучих выделений под пологом сосновых древостоев. По результатам исследования установлено, что концентрация выделений равняется 2–3 мг/м³ воздуха. С учетом фотосинтезирующей активности древесной растительности содержание органических продуктов в летучих выделениях составляет около 1,5 – 2 кг/га в сутки. М.В. Колесниченко (1975) установлено, что количество летучих выделений сосны составляет 1 мг/м² поверхности хвои.

В.В. Протопопов (1975, 1977) исследовавший выделение летучих веществ, отмечает что сосняки за вегетационный период выделяют 400–550 кг/га летучих веществ. Согласно С.И. Лебедеву (1988) на одном гектаре сосновым древостоем выделяется за день около 5–6 кг биологически активных веществ.

Вывод по разделу

Проведя анализ вышеизложенного, стоит отметить, что сосновые фитоценозы выполняют ряд важных средообразующих функций: поддерживают стабильность биосферы и обеспечивают благоприятные условия для существования всего живого, в том числе человека. Сосновые насаждения оказывают влияние на экологическую обстановку: регулируют температуру, влажность воздуха и почвы, солнечную радиацию, твердые и жидкие осадки, снегоотложение и снеготаяние, промерзание и оттаивание почвы, водный баланс, формирование стока и гидрологический режим в целом. Вместе с тем сосновые фитоценозы продуцируют и выделяют биологически активные вещества, повышающие санитарно-гигиеническое состояние лесных экосистем и оказывающие санирующий эффект на воздух, воду и почву.

ВЫВОД ПО ГЛАВЕ

Сосновые фитоценозы изучаются в различных регионах России, отмечается закономерность динамических процессов, структуры, естественного возобновления под пологом древостоя и на открытом пространстве, а также влияние антропогенных факторов. Вместе с тем, недостаточное внимание уделяется сосновым экосистемам в условиях потепления климата и примыкания к мегаполису. При дальнейшем ведении хозяйственной деятельности в сосновых лесах, необходимо учитывать вопросы формирования устойчивых насаждений к различным факторам окружающей среды и антропогенному воздействию, так как сосновые экосистемы выполняют множество вышеперечисленных средообразующих функций.

ГЛАВА 2. ФИЗИКО-ГЕОГРАФИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ РЕГИОНА ИССЛЕДОВАНИЯ

Район проведения исследований расположен в центральной части Русской (Восточно-Европейской) равнины на территории города Москвы и Подмосковья. Город федерального значения Москва и Московская область находятся в пределах 54° и 57° с. ш. и 35° и 40° в. д., занимая по площади 46890 км^2 , образуя Московский регион.

Московская область граничит с рядом других регионов: на севере и северо-западе – с Тверской областью, на востоке и северо-востоке с Владимирской и Ярославской областями, на юге – с Тульской областью, на юго-востоке – с Рязанской областью, на западе – со Смоленской областью, на юго-западе – с Калужской областью (Атлас «Московская область...», 2005; Лесной план..., 2018).

Значительная часть Московского региона географически расположена в зоне хвойно-широколиственных (смешанных) лесов. К ней относятся пространства, лежащие севернее р. Оки, а южнее – к подзоне широколиственных лесов. Юг региона лежит в лесостепной зоне (Хрисанов, 1998).

Район исследований охватывает бассейны Москва-реки и реки Клязьмы. По физико-географическому районированию постоянные пробные площади располагаются в пределах Москворецко-Клязьминского ландшафта моренно-водноледниковых и долинно-зандровых равнин Московской физико-географической провинции, Щелковского ландшафта моренно-водноледниковых, плоских и волнистых, московских, влажных и сырых равнин Мещерской физико-географической провинции; и Москворецкого ландшафта плоских, слабоволнистых, волнистых, ступенчатых, наклонных, древнеаллювиально-водноледниковых, древнеаллювиальных и аллювиальных, свежих, влажных и сырых равнин Москворецко-Окской физико-географической провинции (Анненская и др., 1997).

2.1. Геология и геоморфологические условия

Современный Московский регион находится на территории Восточно-Европейской равнины, ее геотектонической структурой является древняя Русская плита с древним кристаллическим фундаментом в основе.

Палеозойские отложения представлены отложениями девона (известняки, мергели с прослоями глин, гипсов, ангидритов, каменной соли), карбона (известняки с прослоями глин, углей и доломитов), перми (глины и мергели). Континентальный период, начавшийся в верхнем палеозое, в мезозое снова сменился морским, во время которого были накоплены юрские глины с прослоями песков. К концу юрского периода характер отложений стал меняться. Юрские глины подстилают четвертичные отложения почти повсеместно на территории исследуемого региона (Геология СССР, 1971).

Четвертичный период имеет важное значение в становлении ландшафтов региона исследования. Огромную роль в формировании рельефа сыграли надвигавшиеся с севера ледники. Территория современной Московской области находилась под воздействием четырех покровных оледенений – валдайского, московского, днепровского и окского, поэтому, различаются нижняя, средняя и верхняя морены (Асеев, 1974; Московский ледниковый покров..., 1982). Морена первого Окского оледенения, сохранилась на немногих отдельных участках – в депрессиях древнего рельефа. Морена следующего оледенения – Днепровского – заметно сгладила рельеф и на больших площадях сохраняется и сейчас (Марков, 1967). Третье – Московское оледенение (220–140 тыс. лет назад) было менее обширным и в меньшей степени изменило рельеф. Морена этого периода также сохранилась в ряде случаев. Она представлена красновато-или коричнево-бурыми валунными суглинками и супесями (Маркова, 2002).

Геоморфологические условия территории представлены:

- Моренными отложениями;
- Моренными отложениями перекрытых перигляциальными отложениями;
- Водно-ледниковыми отложениями днепровского и московского времени;
- Водно-ледниковыми отложениями московско-валдайского времени;
- Аллювиальными отложениями пойм;
- Аллювиальными отложениями надпойменных террас.

Широкое распространение имеют водно-ледниковые подморенные и надморенные отложения разного возраста (окские, днепровские, московские, валдайские), которые представлены мелко- и среднезернистыми песками с прослоями крупнозернистых песков, гравия, гальки и суглинков.

Согласно геоморфологического районирования географической страны Русской равнины она подразделяется на провинции по сочетанию геоморфологических признаков. Деление на провинции обусловлено оледенениями – важнейшими событиями плейстоценового периода, оказавшими огромное влияние на рельеф (Воскресенский и др., 1980).

Согласно районированию, проведенному авторским коллективом кафедры физической географии и ландшафтоведения географического факультета МГУ им. М. В. Ломоносова на территории Московского региона выделяется семь провинций (рис. 2): I – Верхневолжская, II – Смоленская, III – Московская, IV – Москворецко-Окская, V – Мещёрская, VI – Заокская и VII – Среднерусская (Анненская и др., 1997).

В связи с тем, что вся исследуемая территория в послемеловое время находилась в континентальном режиме, то к началу четвертичного периода на данной территории сформировались ландшафты эрозионно-денудационного типа, и макрорельеф территории был сходен с современным (Казакова, 1957; Асеев, 1974).

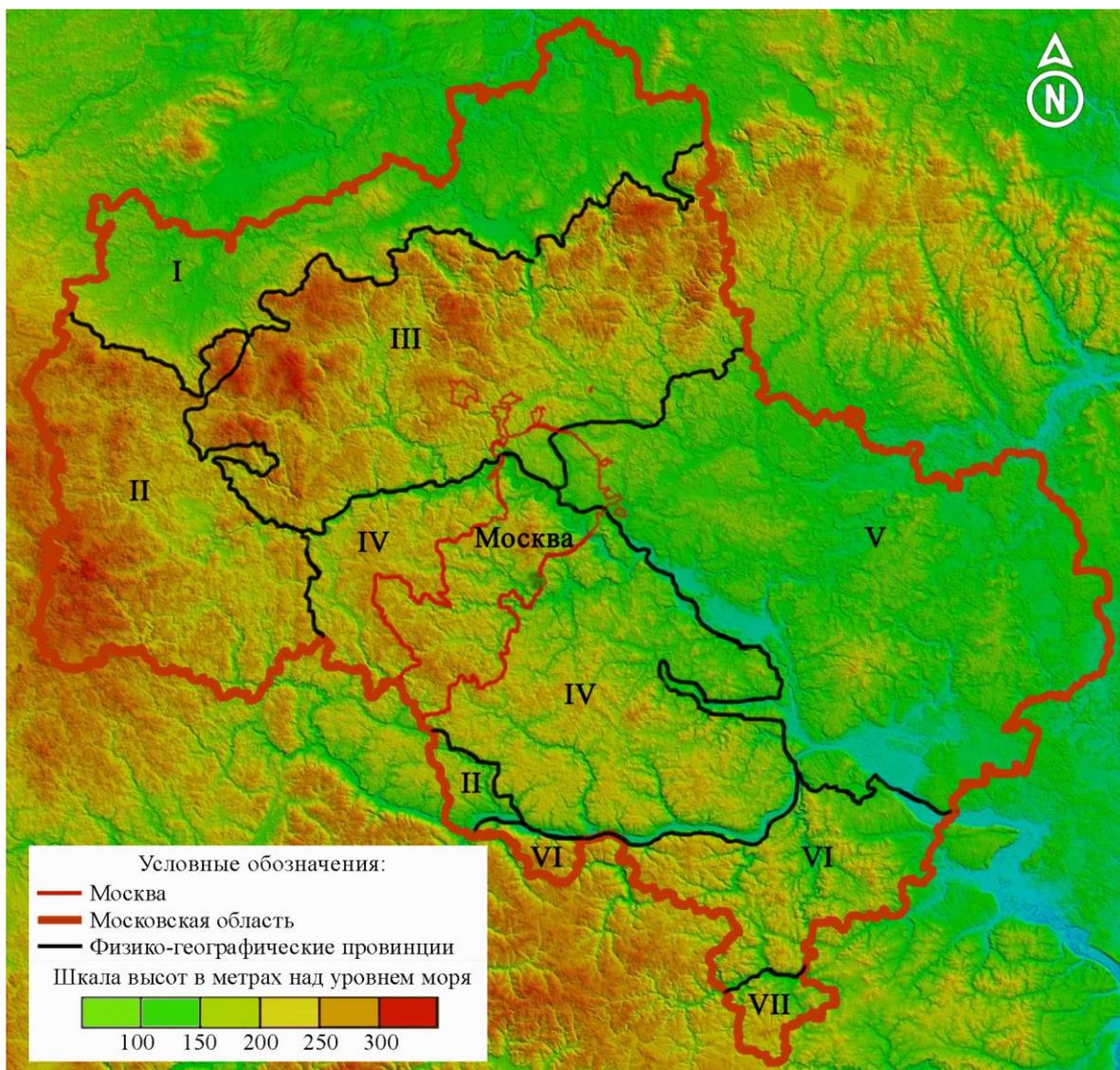


Рисунок 2. Физико-географические провинции Московского региона (выполнено автором на основе Цифровой модели рельефа по данным Shuttle Radar Topography Mission)

Клинско-Дмитровская гряда Смоленско-Московской возвышенности и Среднерусская возвышенность представляли собой наиболее приподнятые участки, а относительно пониженными являются Верхневолжская и Мещерская низменности. В целом рельеф ландшафта характеризуется как пологохолмистый моренный (Васильева, 1961; Сулова, 2019).

Ландшафты Московского региона в современном виде сформировались в результате последней существенной климатической смены, которая произошла в позднем голоцене и под воздействиями антропогенных изменений последних 2–2,5 тыс. лет (Нейштадт, 1957; Хотинский, 1977).

Можно сказать, что преимущественно из-за антропогенного воздействия произошло несколько неполных ландшафтных смен, при неизменной климатической и тектонической обстановке (Хрисанов, 1998).

Таким образом, в настоящее время характер рельефа Московского региона является следствием действия комплекса факторов – геологического строения фундамента, рельефа поверхности коренных пород, неотектонических движений, ледниковых преобразований четвертичного периода и современной эрозионной и антропогенной деятельности (Спиридонов, 1971).

Современный рельеф определен водно-ледниковыми и ледниковыми формами рельефа, которые были сформированы в различные ледниковые эпохи и неоднократно переработаны эрозионно-денудационными процессами (Казакова, 1957; Черненко и др., 2015).

2.2. Климатические условия

Климат Московского региона характеризуется как умеренно континентальный с соответствующим радиационным и циркуляционным режимом. Особенности положения и открытость территории дало основание Б.П. Алисову (1947) отнести её к умеренному поясу Восточно-Европейского района Атлантико-Континентальной области западной подобласти. Из этого определения очевидно, что климат периодически испытывает влияние Атлантики. Климат формируется под преимущественным влиянием Атлантического и Северного Ледовитого океанов.

Климат региона исследования характеризуется умеренно-холодной зимой с устойчивым снежным покровом, теплым летом, частой изменчивостью условий погоды в разные годы. Зимой совместно с устойчивыми морозами почти ежегодно наблюдаются оттепели, летом ясная и довольно жаркая погода перемежается с дождливой и относительно прохладной, а также хорошо выраженными переходными сезонами.

Среднее многолетнее годовое количество осадков колеблется в пределах 520 – 660 мм, что входит в границы нормы континентальных районов лесной зоны Русской равнины, но это значение меньше, чем в Северо-Западном регионе и Европейском Севере, а также значительно больше, аналогичного показателя лесостепных и степных зон (Атлас «Московская область...», 2005).

Среднегодовая температура, изменяется в пределах от $+2^{\circ}\text{C}$ до $+5,3^{\circ}\text{C}$ в зависимости от района Московского региона. Средняя температура самого холодного месяца (января) колеблется в пределах от $-10,2$ до $-10,6^{\circ}\text{C}$, самого тёплого (июля) от $+17,2$ до $+17,8^{\circ}\text{C}$. Б.П. Алисов (1947) считал большую погодичную изменчивость климата Москвы его характерной особенностью.

Зима в Московском регионе является умеренно-холодной, но часто встречаются оттепели, в отдельные годы они могут составлять до половины сезона. Преобладают осадки в виде снега, но периодически бывают и дожди, часто наблюдающиеся в последние годы. Образование устойчивого снежного покрова происходит в конце ноября – начале декабря.

Климатическое лето наступает в конце мая и продолжается до середины сентября. В среднем 5–7 дней за лето имеют температуры выше 30°C . Начало лета, как правило, характеризуется неустойчивой погодой, часты грозы, возможен град. Температура летом неравномерная, представлена чередованием жаркой погоды ($t =$ от $+26$ до $+32^{\circ}\text{C}$) и умеренной теплой ($t =$ от $+18$ до $+25^{\circ}\text{C}$). Иногда могут наступать краткосрочные похолодания ($t =$ до $+12^{\circ}\text{C}$).

Осень характеризуется большими колебаниями температуры. В сентябре часто происходят возвраты тепла ($t =$ от $+15$ до $+25^{\circ}\text{C}$), дожди более продолжительные, но менее интенсивные, чем в летние месяцы. В конце октября заморозки становятся регулярными, и в последнюю декаду ноября устанавливается снежный покров (Лесной план..., 2018).

К числу неблагоприятных климатических явлений, периодически возникающих в Московской области, относятся: весенние и осенние заморозки; высокая температура летом; холодные и малоснежные зимы; засухи.

Современное изменение климата, отчетливо выраженное на территории России (рис. 3), имеет ряд важных особенностей (Оценка потоков..., 2023). «Потепление над сушей в целом происходит быстрее, чем над океаном и составляет примерно $0,30^{\circ}\text{C}$ за десятилетие. Территория Российской Федерации теплеет еще почти вдвое быстрее, чем суша в целом: $0,51^{\circ}\text{C}$ за последние десять лет» (Лежнев, 2023а).

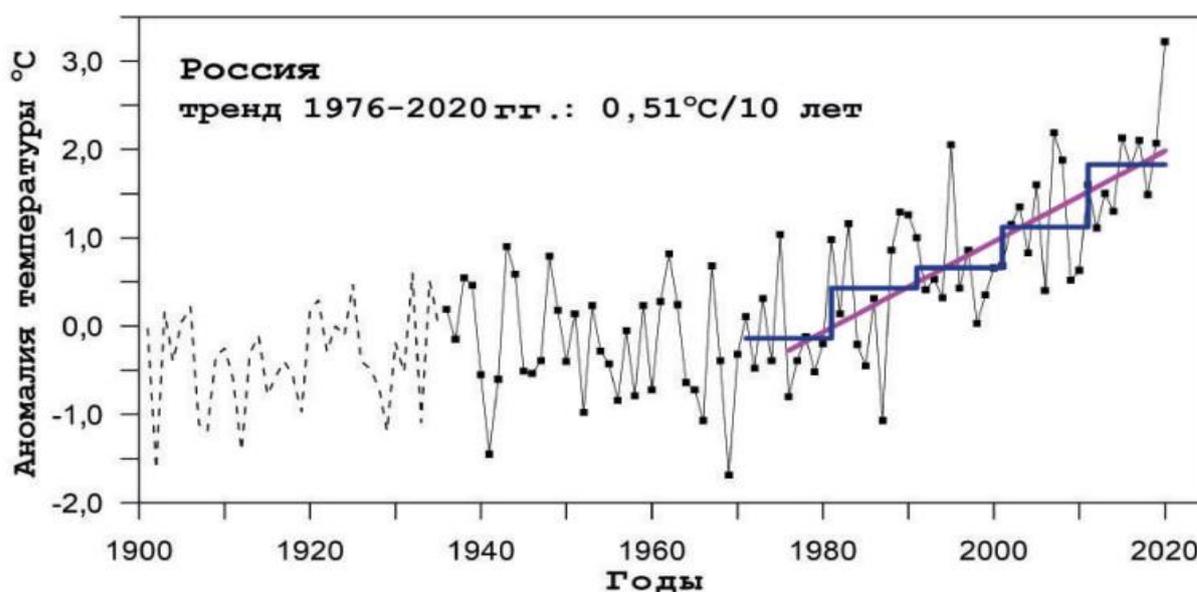


Рисунок 3. Изменения приповерхностной температуры на территории России с 1900 по 2020 год (Третий оценочный доклад..., 2022)

На территории Московского региона также наблюдается повышение среднегодовой температуры воздуха, увеличивается вегетационный период, а осадки приобретают ливневый характер (Леса Европейской территории..., 2017; Lebedev, 2022).

Климат Московского региона обусловлен географическим положением ее в умеренных широтах с соответствующим радиационным и циркуляционным режимом, на ее климате сказывается как влияние суши, так и океана. Поэтому климат характеризуют как умеренно континентальный.

Континентальность его составляет примерно 42 %. Зимой наряду с устойчивыми морозами почти ежегодно наблюдаются оттепели, летом ясная и довольно жаркая погода перемежается с дождливой и относительно прохладной.

Самые тёплые месяцы – июль и август с максимальной температурой +36°С и наибольшим количеством осадков. Самый холодный месяц – январь с морозами до –44°С и максимальной температурой до +4°С, (средняя температура месяца = 10°С). Продолжительность вегетационного периода в исследуемом регионе составляет 150–180 суток. Этого достаточно для успешной вегетации лесной растительности.

«Изменение климата как сочетание увеличения температуры приземного слоя воздуха, изменения количества осадков и характера экстремальных явлений оказывает значительное воздействие на лесные экосистемы. Риск неблагоприятных последствий изменения климата увеличивается по мере продолжения тенденции к потеплению. Леса реагируют на изменение климата по-разному, в зависимости от локальных условий и адаптивного потенциала деревьев. Изменение климата может также ускорять сукцессионные процессы, которые приводят к изменению растительных сообществ» (Замолотчиков, 2013; Оценка потоков..., 2023; Лежнев, 2023а; Volte et al., 2014; Steffen et al., 2015; Jandl et al., 2019). Вместе с тем изменение климата в значительной степени влияет на естественное возобновление и формирование будущих лесов (Мартынюк, Филипчук, 2017; Hickler et al., 2012; Romanovskaya, Korotkov, 2024).

2.3. Гидрографическая сеть

В Московском регионе насчитывается около 2000 рек. Все реки относятся к бассейну Волги, протекающей по территории региона на небольшом участке, по которому проходит граница с Тверской областью. Северная часть области, включая всю Верхневолжскую низменность, орошается притоками Волги, а южная – притоками Оки. К бассейну

реки Оки принадлежат и притоки реки-Москвы, протекающей в пределах Московского региона на большей части своего протяжения. Восточные и северо-восточные районы региона, включая значительную часть Мещёры, орошаются притоками реки Клязьмы, являющейся одним из главных притоков Оки и берущей свое начало в пределах Московской области (Атлас «Московская область...», 2005).

Все реки Московского региона по типу водного режима можно отнести к рекам с четко выраженным весенним половодьем, низкой летней меженью и летне-осенними дождевыми паводками, длительностью до двух-трех недель, устойчивой, продолжительной, низкой зимней меженью (Зайков, 1946; Соколовский, 1968).

Ледостав на реках в разные годы может быть ранним (с конца октября) или поздним (до конца декабря). Средняя продолжительность ледостава составляет 103–144 дня. По многолетним наблюдениям вскрытие рек происходит в конце марта – начале апреля.

В Московском регионе насчитывается более 2000 озер, общей площадью более 133 км², они почти все неглубокие (5–10 м). Озерные котловины различного происхождения, но возникновение большинства из них обусловлено накоплением воды из водноледниковых потоков в понижениях ледникового рельефа (Лесной план..., 2018).

2.4. Почвенные условия

Почвенный покров Московского региона сформирован на покровных суглинках, флювиогляциальных (водноледниковых) и древнеаллювиальные песках, супеси и суглинках, моренных или двучленных отложения, а также современных аллювиальных отложения (Почвы Московской области..., 2002).

Покровные суглинки широко распространены. Имеют палево-бурый цвет, более 50 % массы составляют пылеватые фракции и поэтому суглинки легко поддаются размыву. Могут содержать карбонаты. Их мощность 2–3 м. Пористость сложения благоприятствует проникновению влаги в глубину.

Флювиогляциальные и древнеаллювиальные пески и супеси распространены, преимущественно, в Верхневолжской и Мещерской низменностях; часто содержат гравий и гальку. Морена выходит на поверхность только в районах с холмистым рельефом или в местах сильной эрозии. Чаще встречается тяжело- и средне-суглинистая морена – плотная, плохо-воздухопроницаемая; будучи водупором, вызывает переувлажнение почв вплоть до заболачивания. Нередко содержит карбонатные включения (Рысин, 2012).

В Московском регионе преимущественно дерново-среднеподзолистые, оглеенные по понижениям, тяжелосуглинистые или глинистые по механическому составу почвы с хорошо развитым гумусовым и подзолистым горизонтами (Анненская и др., 1997).

Так как Московский регион значительной частью расположен в зоне хвойно-широколиственных лесов на территории господствуют почвы подзолистого типа, сформированные сосновыми, еловыми и хвойно-широколиственными лесами, в условиях промывного режима (Почвы Московской области..., 2002).

Дерново-подзолистые почвы – самые распространённые. Формируются на покровных суглинках, морене, двучленных отложениях большими массивами или в сочетании с дерново-подзолисто-глеевыми почвами (Рысин, 2012).

Дерновые карбонатные выщелоченные почвы так же распространены в Московском регионе, но в результате постепенного выщелачивания карбонатов, они постепенно деградируют в дерново-подзолистые с сохранением более щелочной реакции (Гвоздецкий, 1963).

Серые лесные почвы распространены к югу от реки Оки и в восточной части Москворецко-Окской равнины Московской области. Почвообразующие породы – покровные суглинки. обстоятельно исследовавший лесные почвы южной части Московской области Л.О. Карпачевский (1985), считает, что в этой части региона встречаются дерново-подзолистые и светло-серые почвы.

В лесостепной южной части региона распространены черноземы оподзоленные и выщелоченные. В условиях избыточного увлажнения сформировались лугово-черноземные (во влажных гигротопах) и черноземно-луговые (в сырых гигротопах) почвы. Чернозёмные почвы распространены мало и имеют место лишь к югу от Оки (Сулова, 2019).

Болотные почвы также часто встречаются и имеют большее распространение в Мещерской и Верхневолжской низменностях.

По долинам крупных рек – полосы аллювиальных почв различной ширины, особенно широкие в долинах рек Оки, Москвы и Клязьмы.

На территории Московского региона преобладают малопродуктивные дерново-подзолистые почвы, на возвышенностях – суглинистые и глинистые, средней и сильной степени оподзоленности, в пределах низменностей – дерново-подзолистые, болотные, супесчаные и песчаные (два последних типа преобладают в Мещерской низменности). Почвы Московской области, в особенности серые лесные заокских районов и дерново-подзолистые Москворецко-Окской равнины, сильно смыты.

2.5. Растительность

Московский регион по лесорастительному районированию относится к двум лесорастительным зонам: хвойно-широколиственных лесов и лесостепной зоне (Приказ «Об утверждении Перечня...», 2014).

Для хвойно-широколиственных лесов характерна сложная структура. Основной древесный ярус образован широколиственными породами вместе с сосной и елью (Леса Западного Подмосковья, 1982). Зачастую выражен второй ярус, а иногда может быть третий из липы, клена и дуба. В таких лесах заметно выражен подлесок, а в живом напочвенном покрове преобладают неморальные виды. Для широколиственно-сосновых лесов характерен смешанный состав флоры, который образован неморальными, бореальными, луговыми и другими видами (Растительность европейской части СССР, 1980).

Район широколиственных представлен дубравами или липо-дубравами, которые сохранились в настоящий момент только островками среди мелколиственных лесов. Сосново-болотный район находится в восточной части Московского региона (Леса Восточного Подмосковья, 1985).

Подлесок в широколиственных лесах состоит из лещины обыкновенной с участием бересклета бородавчатого, крушины ломкой и жимолости обыкновенной. В травяном покрове доминируют неморальные виды (Леса Южного Подмосковья, 1985).

По данным Лесного плана центральная и восточная части региона принадлежат району хвойно-широколиственных лесов, с произрастанием основных лесообразующих древесных пород – сосны, ели, берёзы и осины.

Москворецко-Окская возвышенность является переходной зоной, для неё характерны и крупные массивы ели. В долине Оки – сосновые боры степного типа. Крайний юг области находится в лесостепной зоне. В пределах лесостепной зоны изредка встречаются липовые и дубовые рощи (Редькина, 2001).

Лесной фонд Московской области составляет 8,4 % от ЦФО, а лесистость территорий составляет 42,1 %. По данным государственного лесного реестра на 1 января 2021 г. земли лесного фонда Московской области занимают 1914,2 тыс. га, в том числе хвойная формация 761,3 тыс. га. Лесосырьевые ресурсы Московской области по состоянию на 1 января 2021 г. характеризуются площадью, покрытой лесной растительностью 1737,5 тыс. га и общим запасом 360,51 млн. м³. Хвойная формация по площади занимает 43,8 % от лесного фонда региона.

В целом лесорастительные условия на территории Московского региона довольно разнообразны и благоприятны для произрастания и формирования высокопродуктивных и долговечных насаждений сосновых боров.

2.6. Природные условия исследуемых объектов

2.6.1. Серебряноборское опытное лесничество Института лесоведения

Российской академии наук

Серебряноборское опытное лесничество Института лесоведения Российской академии наук (СОЛ ИЛАН РАН) располагается западнее Москвы, на границе г. Москвы и Одинцовского района Московской области, разделено на две части Московской кольцевой автомобильной дорогой.

Серебряноборское опытное лесничество, общая площадь которого на конец 1960-х – начало 1970-х составляла 2826 га (Природа Серебряноборского лесничества..., 1974). В настоящее время момент имеет сокращение площади до 1390,7 га за счет расширения застройки. Значительная часть лесничества (533 га) входит в городскую черту Москвы (Савельева, 2008).

СОЛ ИЛАН РАН – это основная база биогеоценологических работ Института лесоведения РАН в средней полосе России, в котором программа долговременных стационарных биогеоценологических исследований на территории лесничества разработана под руководством академика В.Н. Сукачева (Полякова и др., 2019).

Серебряноборское лесничество расположено в Москворецко-Окской физико-географической провинции. Ландшафт представлен долинными зандрами, с врезанными крутосклонными речными долинами, с надпойменными террасами и поймами (Анненская и др., 1997).

Территория лесничества занимает долину реки Москвы и прилегающий водораздел. Выделяют хорошо выраженные террасы и оконечность кунцевской холмистой моренной равнины – южную часть Клинско-Дмитровской гряды. Расчлененный рельеф с амплитудой высоты около 100 м характеризует территорию лесничества. Коренные берега, с абсолютными высотами от 185 до 220 м, в геоморфологическом отношении принадлежат к Клинско-Дмитровской возвышенности. Примерно половину площади Серебряноборского лесничества занимают надпойменные террасы реки Москвы (Огуреева, Булдаков, 2006).

Общие показатели климата благоприятны для произрастания различных древесных видов (Природа Серебряноборского лесничества..., 1974). Гидрологический сток направлен в реку Москву и ее правый приток реку Чаченку (Курнаев, 1973).

Почвообразующие породы представлены супесчаными четвертичными отложениями, перекрывающими толщу флювиогляциальных наносов. Здесь развиты легкие по механическому составу, по большей части, супесчаные дерново-слабоподзолистые почвы (иногда – двучленные) с невысокой выраженностью подзолистого процесса и некоторым дефицитом содержания элементов питания (Мерзленко, 2017). Однако, в целом, они обладают благоприятными лесорастительными свойствами, подтверждением чему служат достаточно высокобонитетные и богатые по составу сосняки, распространенные на этих почвах.

Основные группы почв: дерново-подзолистые среднесуглинистые на красно – бурых моренных суглинках на плакоре, дерново-подзолистые супесчаные на песчаном аллювии на террасах, дерново-подзолистые двучленные (Постановление Правительства Московской..., 2021).

На объектах исследований почвы дерново-слабоподзолистые. По составу верхнего минерального горизонта почвы относятся к мелкопесчаным супесям. В целом по горизонтам содержание глинистой фракции достаточно велико и составляет, за редким исключением, от 15 до 25 %. То же можно сказать и о содержании ила, лежащем в диапазоне 3–17 %. По этим данным можно судить о существенном запасе элементов питания в рассматриваемых почвах и их достаточно высоком плодородии.

Леса Серебряноборского лесничества, расположенные на террасах р. Москвы, имеют особо важное водоохранно-защитное значение. На надпойменных террасах сохраняются старовозрастные сосняки, часто сложные – с широколиственными породами (Рысин, 2012).

Л.П. Рысин, работая в сосняках много лет, не смог решить – можно ли считать эти сосняки хотя бы условно коренными. На его глазах сосняки брусничные и черничные становились сложными, но и последним устойчивостью не гарантирована.

Сосновые леса Серебряноборского опытного лесничества, которые послужили объектами исследования расположены в городской черте Москвы и ближнем Подмосковье, испытывающие в настоящее время особо сильные рекреационные и техногенные нагрузки. Лесничество непосредственно граничит с густонаселенным районом Крылатское г. Москвы и интенсивно развивающимися подмосковными поселками Рублёво, Раздоры и Барвиха (Савельева, 2005; Лысиков, 2008).

В настоящее время наблюдается приближение массовых городских застроек к лесничеству, и как следствие, возрастание рекреационного лесопользования. Всё это оказывает преимущественно негативное влияние на лесные фитоценозы СОЛ ИЛАН РАН.

2.6.2. Лесная опытная дача Российского государственного аграрного университета – МСХА имени К. А. Тимирязева

Лесной опытной дачи Российского государственного аграрного университета – МСХА имени К. А. Тимирязева (ЛЮД) располагается в северо-западной части Москвы (55°50' с.ш. и 37°14' в.д.). Со всех сторон Лесная опытная дача окружена урбанизированными территориями. Площадь составляет около 250 га. Протяженность территории с северо-запада на юго-восток 2,8 км, с юго-запада на северо-восток – 1,6 км.

Территория Лесной опытной дачи представлена холмистой моренной равниной, которая является водоразделом рек Яузы и Москвы. Моренная равнина спускается на юг к долине р. Москвы и находится на южном склоне Клинско-Дмитровской гряды. Водораздел тянется с юго-востока на северо-запад, на нем располагается самая высокая точка рельефа – 175 м над уровнем моря, минимальная высота – 160 метров (Смирнова, 2010).

Особенности, рельефа обуславливаются, с одной стороны, переходным положением от Мещерской низменности к Клинско-Дмитровской гряде, а с другой – особым характером рельефа древней долины реки Москвы, которая имеет отчетливо выраженный ступенчато-террасовый характер. В целом рельеф Лесной опытной дачи можно охарактеризовать как моренно-равнинный.

Лесная опытная дача, как и западные, и северо-западные участки Москвы, относится к Смоленско-Московской возвышенности. Согласно физико-географическому районированию, данная территория располагается в Московской физико-географической провинции (Анненская и др., 1997). Смоленско-Московская возвышенность – аккумулятивно-эрозионная равнина, в которой выделяются пологие моренные холмы, перекрытые пластом безвалунных покровных суглинков, мощностью около двух метров, на фоне плоских участков флювиогляциальных отложений.

Климатические условия ЛОД зависят от влияния Москвы. Среднегодовая температура воздуха составляет 3,8° С. Периодически возникают поздние весенние и ранние осенние заморозки, которые причиняют насаждениям ущерб. Сильные морозы и палящий зной – достаточно редкие явления, но отклонения от климатической нормы бывают регулярно (Наумов, Поляков, 2015).

За последние 150 лет климатические условия территории ЛОД изменились от характерных для зоны южной тайги до лесостепных. При этом, остается неизученной реакция древостоев на происходящие климатические изменения – повышение температуры и снижение влажности (Лебедев, 2019; Дубенок и др., 2020).

По данным И.П. Гречина (1957), почвенный покров Лесной опытной дачи представлен дерново-подзолистыми почвами, которые отличаются по гранулометрическому составу, мощности дернового и подзолистого горизонтов, проявлению дернового, подзолистого и глеевого процессов и почвообразующим породам.

Около 70 % территории ЛОД составляют дерново-среднеподзолистые почвы с различной мощностью дернового горизонта, которые сформировались на моренном суглинке. Такие почвы занимают по рельефу самые высокие положения – вершину холма и его слабопологие склоны.

Примерно 25 % территории ЛОД занимают дерново-слабо- и среднеподзолистые почвы различной мощности дернового горизонта, сформировавшиеся на песках или супесях. Также на территории ЛОД встречаются фрагментарные участки торфяно-глеевых почв, приуроченные к центру западин.

Насаждения ЛОД представлены как естественными, так и искусственно разведенными. В настоящее время в насаждениях представлено примерно 120 видов деревьев и кустарников. В молодых густых посадках сосны травянистый покров развит очень слабо, часто насаждения являлись мертвопокровными (Дубенок и др., 2020).

В Лесной опытной даче лесоустройство лесного фонда проводилось 10 раз, последний – в 2009 г. За 150 лет произошли значительные изменения в породном составе покрытой лесом площади Лесной опытной дачи (рис. 4).

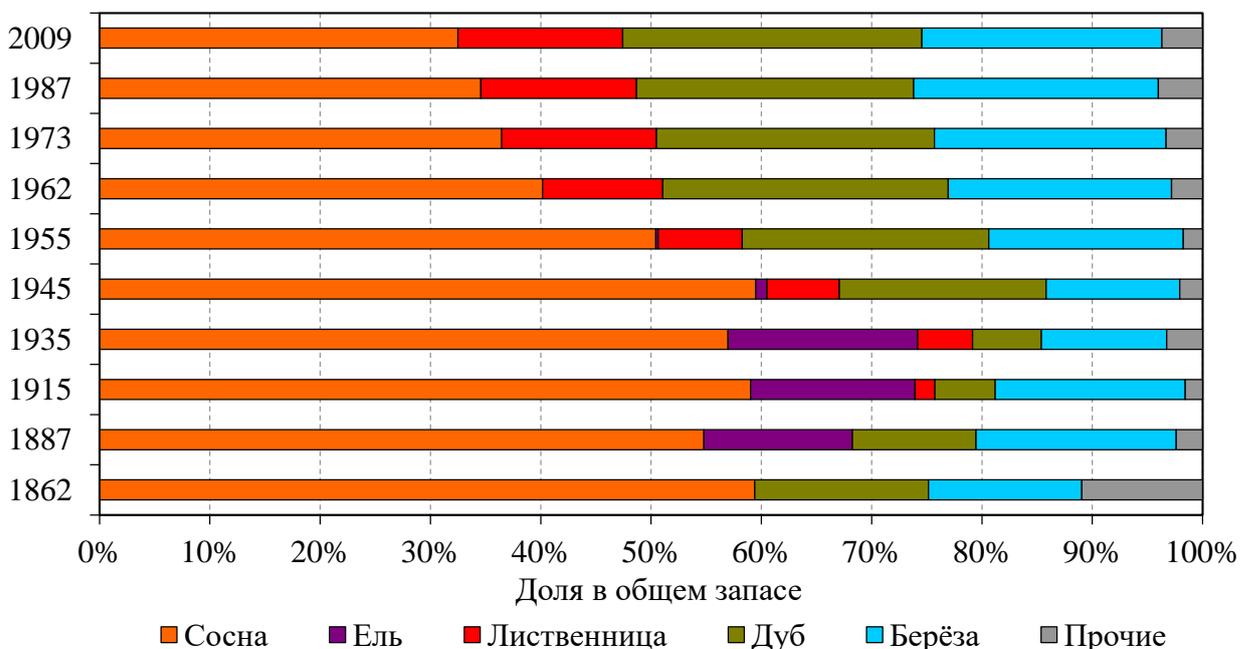


Рисунок 4. Динамика усредненного породного состава в Лесной опытной даче
РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева

В 1862 г. году (первое лесоустройство) лесопокрытая территория была представлена древостоями с преобладанием сосны 59,4 %. Также были представлены дубравы – 15,8 %, березняки – 13,9 % и прочие породы – 10,9 %. В последующей динамике покрытой лесом площади происходит сокращение доли сосны до 32,5 % и значительное увеличение доли дуба 27,1 %, березы 21,8 %, и лиственницы 14,9 % к 2009 г. Липа и клен остролистный сохраняют участие в сосняках (Дубенок и др., 2018; Кузьмичев, Лебедев, 2018).

Насаждения ЛОД имеют удовлетворительные полноты (0,75 – 0,85) для нормального произрастания древесной растительности. Их лесопатологическое состояние для городских лесов признаётся удовлетворительным.

2.6.3. Национальный парк «Лосиный остров»

Национальный парк «Лосиный Остров» расположен в восточной части г. Москвы и продолжается за ее пределами на территориях Мытищинского, Щелковского, и Балашихинского районов Московской области. Городская часть парка административно входит в Восточный округ Москвы. На северо-западе и севере к парку примыкают города – Мытищи, Королев, Щелково. На юге и юго-востоке, за пределами Московской кольцевой автодороги, границей национального парка является г. Балашиха (Атлас «Московская область...», 2005).

По данным последнего лесоустройства (2020 г.) в национальном парке «Лосиный остров» его общая площадь составляет 11642,2 га, из них на долю покрытой лесной растительностью приходится 8290,9 га (71 %). В составе парка находятся шесть лесопарков: Алексеевский, Лосиноостровский, Лосинопогонный, Мытищинский, Щелковский и Яузский.

По физико-географическому положению национальный парк находится у границ Мещёрской низменности и южных отрогов Клинско-Дмитровской гряды, являющейся водоразделом рек Москвы и Клязьмы.

По ландшафтному районированию территория принадлежит Мещерской физико-географической провинции ландшафтов моренно-водно-ледниковых равнин (Соколов, 1996).

Орография хорошо выражена. Моренная гряда, является водоразделом рек Яузы и Пехорки. В северной части (в месте расположения Лосиноостровской лесной дачи) она выходит к Верхнеяузским болотам, огибает их с востока и далее, разделяя бассейны рек Москвы и Клязьмы, доходит до Смоленско-Московской возвышенности. Из Верхнеяузских болот берет начало р. Яуза. Она огибает «Лосиный остров» с севера и запада и вбирает в себя ручьи и речки (Ичка, Лось, Будайка и др.), вытекающие с его территории.

Местности моренно-водно-ледниковых равнин встречаются только в Щелковском ландшафте Мещерской физико-географической провинции и приурочены к самым повышенным участкам (160–170 м), связанным с выступами коренного рельефа (Анненская и др., 1997).

Среднегодовая температура воздуха составляет $+5,8^{\circ}\text{C}$; диапазон колебаний абсолютных температур от -43°C , до $+37^{\circ}\text{C}$. Средняя температура января равна $-7,5^{\circ}\text{C}$, июля $+19,2^{\circ}\text{C}$. Средняя многолетняя температура почвы на глубине 0,2 м достигает $+18,9^{\circ}\text{C}$ в июле, и $-6,2^{\circ}\text{C}$ в январе (ООПТ России. Национальный парк «Лосиный остров»...).

Национальный парк «Лосиный остров» обильно дренирован реками и ручьями, которые берут начало в его пределах и относятся к водосборному бассейну реки Яузы. Гидрогеологические условия и гидрография рассматриваемой территории существенно изменились в связи с антропогенной деятельностью.

Почвенный покров национального парка «Лосиный остров» в целом характерен для лесной зоны. Основными почвообразующими процессами являются подзолообразование, гумусонакопление и глеевые процессы. Меньшие площади на водоразделах принадлежат дерновым почвам. Дерново-подзолистые глееватые и дерново-слабо- и среднеподзолистые занимают

плоские местные возвышенности в левобережной части парка (Маркова, 2003; Лесной план..., 2018; Национальный парк «Лосиный остров»...).

На рисунке 5 приведена динамика породного состава по материалам лесоустройства (архивные данные доступны по «исторической» части национального парка – бывшей Лосиноостровской лесной даче).

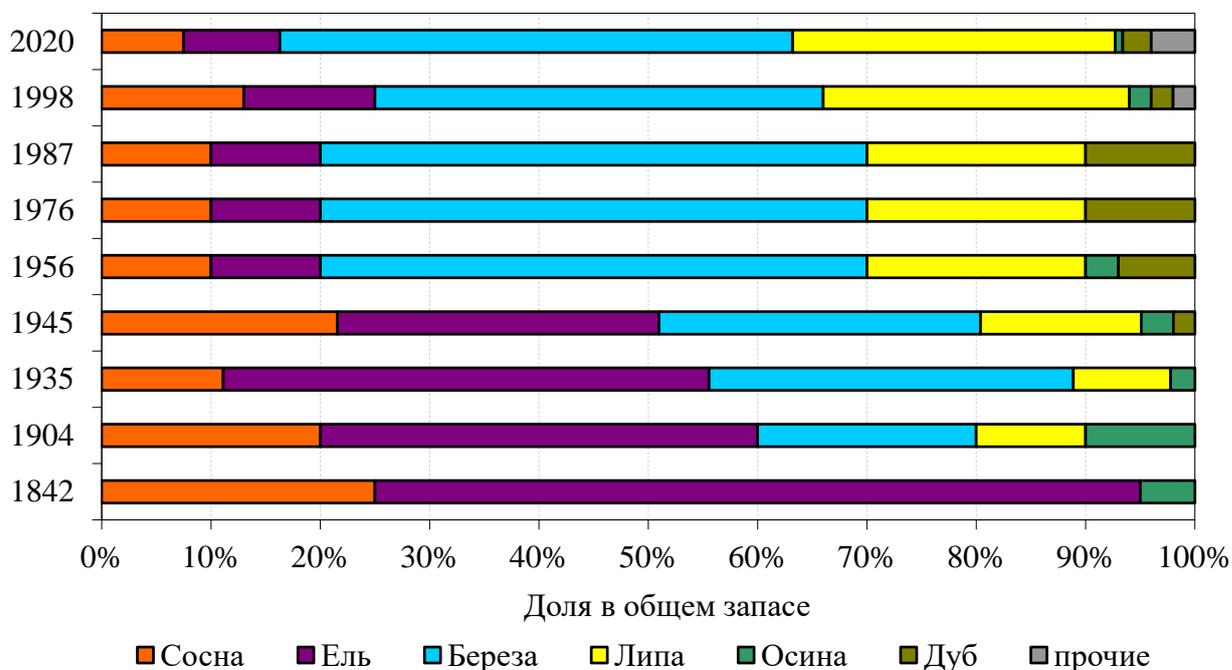


Рисунок 5. Динамика усредненного породного состава в Лосиноостровской лесной даче

«В исторической части национального парка «Лосиный остров» наблюдается смена породного состава от ельников к вторичным березнякам и липнякам. Вместе с тем доля сосны снижалась на 17% и составила в 2020 году только 8%. За последние 170 лет преобладающими породами становятся лиственные. По материалам лесоустройства 2020 г. именно высокая доля участия липовых насаждений к настоящему моменту служит отличительным признаком Лосиноного острова от других лесных экосистем Московского региона» (Лежнев, Коротков, 2024).

Основная лесообразующая порода – сосна занимает 22,5% лесопокрытой площади, береза – 42,5%, липа – 18,5%, ель – 10,2%, дуб – 2,3%. Оставшиеся 4% лесопокрытой площади национального парка занимают: лиственница, осина, клен остролистный, ясень, вяз и другие.

В лесах национального парка преобладают насаждения мягколиственных пород, занимающие 63 % покрытых лесной растительностью земель. Большая часть (43 %) лесопокрытых участков представлена спелыми и перестойными насаждениями, на территории присутствуют также средневозрастные (26 %) и приспевающие (25 %) насаждения.

Травянистая растительность представлена чистиком весенним (*Ficaria verna* Huds.) и ветреницей лютичной (*Anemone ranunculoides* L.), бором развесистым (*Milium effusum* L.), лютиком кашубским (*Ranunculus cassubicus* L.), пролесником многолетним (*Mercurialis perennis* L.) и другими видами. Широко представлены травянистые растения, отнесенные к категории редких и подлежащие охране на территории Москвы и Московской области (Леса Северного Подмосковья..., 1993).

Воздействие антропогенного характера на биогеоценоз долины р. Яузы привело к снижению проективного покрытия некоторых видов растительности и расширению произрастания сорных, адвентивных и рудеральных видов (Суслова, 2019).

2.6.4. Московское учебно-опытное лесничество

Московское учебно-опытное лесничество (МУОЛ) расположено в северо-восточной части Московской области, на севере граничит с Дмитровским и Сергиево-Посадским лесничествами, на востоке с Владимирской областью и Ногинским лесничеством, на западе с Дмитровским лесничеством, на юге и юго-востоке с Ногинским лесничеством, на юго-западе – с городом Балашиха.

Общая площадь лесничества по данным государственного лесного реестра на 1 января 2018 г. составляет – 63030 га (Лесохозяйственный регламент..., 2018).

Московское учебно-опытное лесничество так же как и национальный парк «Лосиный остров» располагается в Мещерской физико-географической провинции, Щелковском ландшафте моренно-водноледниковых равнин. Здесь господствуют плоские поверхности с неглубокими и широкими флювиогляциальными ложбинами, освоенными современной гидрографической сетью.

Район является разнородным геоморфологическим образованием, для территории характерен волнисто-холмистый рельеф со слабым эрозионным расчленением. Ведущую роль в формировании рельефа сыграли переотложение моренными ледниковыми водами и плоскостной смыв (Рысин, 1982; Стоноженко, 2011).

Климат МУОЛ незначительно отличается от климата других объектов исследования. Средняя температура самого холодного месяца (января) составляет от -10 до -11°C , самого теплого (июля) от $+17,5$ до $+18,5^{\circ}\text{C}$ (Атлас «Московская область...», 2005). Начиная с августа отмечается снижение температуры, которое в среднем к началу ноября доходит до отрицательных значений. Снежный покров формируется после 15 ноября и держится около 160 дней. Оттаивание почвы происходит через несколько дней после схода снежного покрова (Стоноженко, 2011).

Специфическим является процесс заболачивания, который обусловлен превышением суммы выпадающих осадков над испаряемостью и малыми уклонами местности. Кроме того, развитая сеть дорог и коммуникаций способствует нарушению естественного режима поверхностного стока.

Сложность рельефа и разнообразие материнских пород привели к образованию нескольких типов почв. Дерново-подзолистые почвы господствуют на данной территории и занимают 81 % от общей площади, а по степени оподзоленности они разделяются на три вида: дерново-слабоподзолистые (15 % площади), дерново-среднеподзолистые (46 % площади) и дерново-сильноподзолистые (20 % площади) (Атлас «Московская область...», 2005).

Широко распространены почвы дерново-среднеподзолистая, среднесуглинистая на морене, мощностью суглинков 41–80 см, и глубиной залегания грунтовых вод более 120 см, глубина залегания глея составляет более 120 см (Мартыненко, 2011). На песчаных наносах преобладают сосновые насаждения, которые относятся к I классу бонитета. Продуктивные покрытые лесом земли опытного лесничества составляют 90 % общей площади (30,8 тыс. га). (Рысин, 2001; Стоноженко, 2011).

«Породный состав Московского учебно-опытного лесничества более чем за 70 лет кардинально не изменился. Однако лесоустройство 2020 г. (рис. б) показало снижение доли ели за счет засухи в 2010-2011 гг. и последующего массового размножения короеда-типографа (*Ips typographus* L.)» (Лежнев, Коротков, 2024).

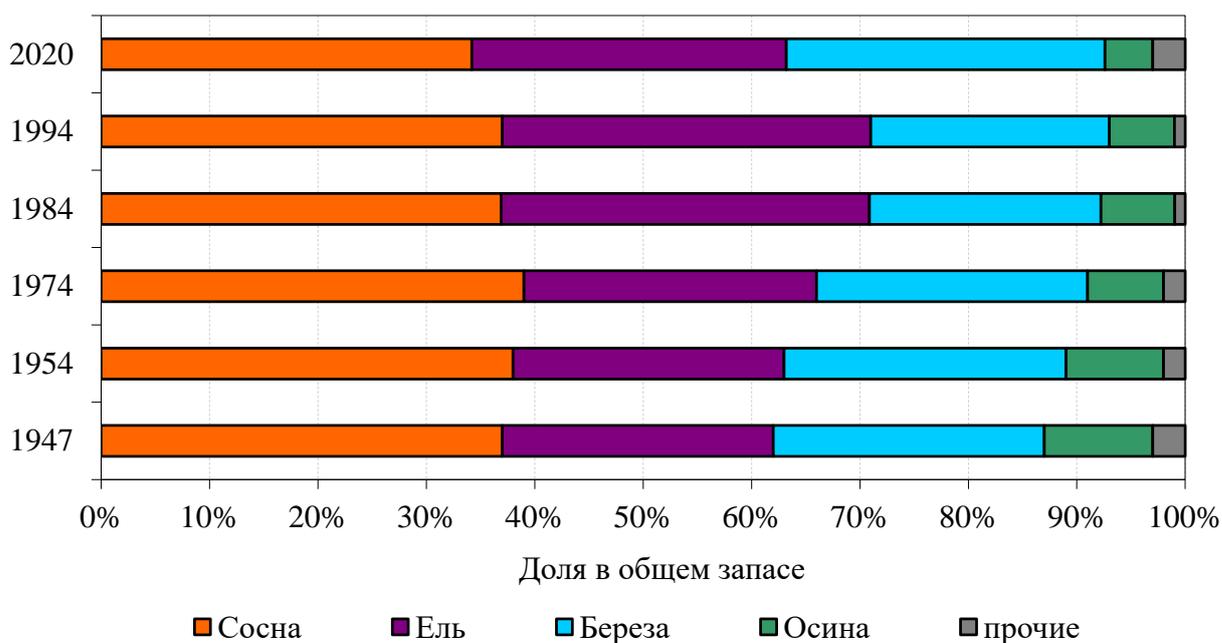


Рисунок 6. Динамика усредненного породного состава в Московском учебно-опытном лесничестве

По видовому составу лесопокрываемая площадь МУОЛ следующая: сосняки – 34,2 %, березняки – 29,4 %, ельники – 29,0 %, осинники – 4,4 %. Средний запас спелых и перестойных сосновых насаждений составляет 344 м³/га. Продуктивность насаждений связана с полнотой, которая составляет для сосняков – 0,72 (Макашин, 1999).

ВЫВОД ПО ГЛАВЕ

Московский регион обладает благоприятными почвенно-грунтовыми и климатическими условиями для произрастания высокопродуктивных и долговечных лесных фитоценозов.

Природные условия на объектах исследования неоднородны. Это связано с их географическим положением, и сложной историей развития, так как леса Московского региона сильно подвергались антропогенному воздействию в течение нескольких последних веков. В результате чего были сформированы разнообразные участки территории, представляющие целостные образования и являющиеся сложными динамическими системами, обладающие генетическим единством, структурой и взаимосвязями с той средой, в которой они находятся.

Таким образом, территорию Московского региона можно считать уникальным комплексом геоморфологических, гидрологических, почвенных и, как следствие, лесорастительных условий, которые сочетаются со специфическими особенностями хозяйственного освоения.

ГЛАВА 3. ПРОГРАММА, ОБЪЕКТЫ, МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЙ И ОБЪЕМ ВЫПОЛНЕННЫХ РАБОТ

3.1. Программа исследования

Программа проводимого исследования предусматривала рассмотрение следующих вопросов:

1. Обосновать методологические подходы по проведению комплексной оценки структуры и динамики исследуемых фитоценозов;
2. Проанализировать структуру и выявить закономерности в динамике сосновых фитоценозов;
3. Оценить естественное возобновление под пологом сосновых древостоев;
4. Проанализировать видовое разнообразие и структуру живого напочвенного покрова в сосновых фитоценозах;
5. Установить закономерности восстановительной динамики сосновых фитоценозов после проведения сплошных санитарных рубок;
6. Оценить влияние травянистой растительности на формирование и развитие сосны обыкновенной на вырубках.

3.2. Объекты исследования

Объектами исследования выбраны сосновые фитоценозы, у которых тип лесорастительных условий свежие и влажные сложные субори ($C_2 - C_3$), тип леса – сосняк сложный, бонитет Ia – II, а также вырубки после катастрофических нарушений в Московском регионе. Объекты исследования расположены на территории Серебряноборского опытного лесничества Института лесоведения РАН, Лесной опытной дачи Российского государственного аграрного университета – МСХА имени К.А. Тимирязева, национального парка «Лосиный остров» и Московского учебно-опытного лесничества (рис. 7).

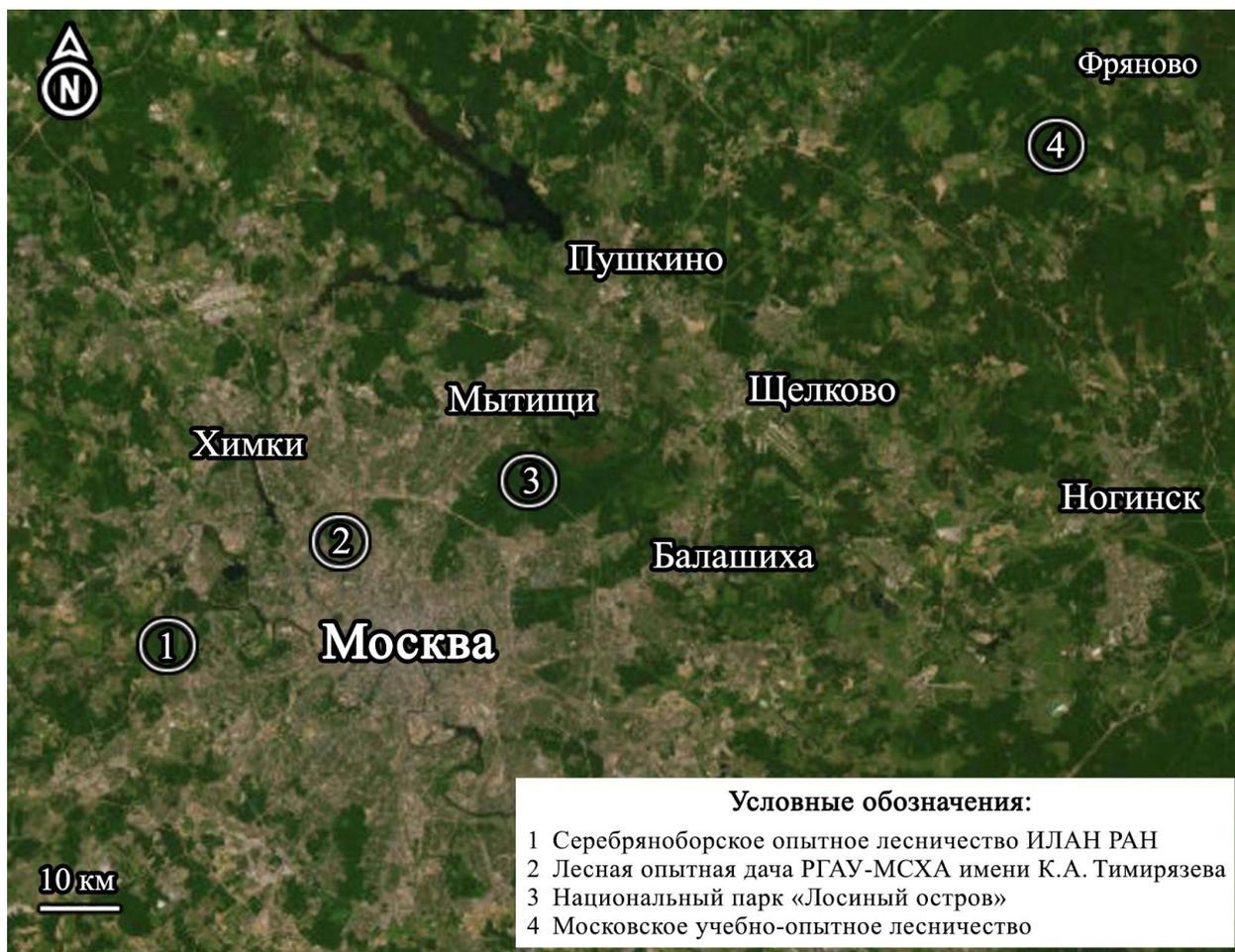


Рисунок 7. Карта-схема с расположением объектов исследования в Московском регионе

Вырубки располагаются на месте ветровала 2017 г. на надпойменных террасах р. Москвы. Обе вырубки располагаются примерно в 4 км к западу от Московской кольцевой автодороги и относятся к Одинцовскому городскому округу Московской области (рис. 8). Первая вырубка ($55^{\circ}44'30''$ с.ш., $37^{\circ}18'46''$ в.д.) имеет вытянутую форму, площадь составляет 7,76 га, до ветровала на данном участке в насаждениях доминировала сосна обыкновенная с участием березы повислой и осины, а также примесью липы мелколистной и дуба черешчатого. Вторая вырубка ($55^{\circ}44'15''$ с.ш., $37^{\circ}19'09''$ в.д.): длина составляет примерно 300 м, ширина – 250 м, а площадь – 7,79 га, на значительной части произрастали насаждения с преобладанием сосны и березы, а также в примеси осина, дуб и ольха серая. Тип условий местопроизрастания на вырубках – свежие субори (В₂).



Рисунок 8. Карта-схема с расположением исследуемых вырубок на надпойменных террасах реки Москвы

3.3. Методика исследования

3.3.1. Методика исследования на постоянных пробных площадях

Обследование сосновых фитоценозов проведено по общепринятой лесоводственно-таксационной методике, в соответствии с требованиями ОСТ 56-69-83 «Пробные площади лесоустойчивые. Методы закладки» (1983).

В ходе полевых работ на исследуемых пробных площадях проведены следующие виды работ:

- оценка типа леса и лесорастительных условий с общепринятым описанием видового состава, подроста, подлеска и подстилки;

- для определения возраста насаждений на всех ППП осуществлен отбор кернов древесины возрастным буравом у модельных деревьев на высоте примерно 0,3 м (рис. 9);
- сплошной пересчет деревьев с диаметром 6 см и более, через окружность ствола на высоте 1,3 м;
- измерение высот деревьев каждой породы: для главного яруса 20–30 модельных деревьев и 10–20 деревьев сопутствующего яруса высотомером *Haglof Vertex III* для определения средней высоты (рис. 10);
- глазомерная оценка жизненного состояния деревьев и распределение их по категориям санитарного состояния;
- для определения количественной и качественной характеристики подроста и подлеска выполнялась закладка учетных площадок размером 25 м², в количестве 5 шт., расположенных методом «конверта»;
- определен видовой состав сосудистой травяной растительности и обилие видов, общее проективное покрытие травяно-кустарничкового яруса.
- установлено распределение травянистой растительности по эколого-ценотическим группам.

При камеральной обработке данных определяли запас по таблицам объемов стволов (Загреев, 1992), количество деревьев на гектар, средний диаметр, среднюю высоту графическим методом, сумму площадей поперечных сечений, а также породный состав насаждения по соотношению запасов древесных пород.

В ходе обработки результатов перечета строились графики, которые отображают высотную структуру и позволяют разделить древостои по ярусам и графики распределения числа деревьев по четырехсантиметровым ступеням толщины. Выделение ярусов проводилось по разнице в средних высотах элементов леса с определением их основных таксационных характеристик (Сукачев, 1961; Корчагин, 1976). По значениям средней высоты и возрасту насаждений определяли класс бонитета с использованием шкалы М.М. Орлова (1931).

В данной работе при характеристике количественного участия видов в фитоценозе использовалась балльная шкала обилия видов Друде. Таксономическая принадлежность и названия видов сосудистых растений приведены по П.Ф. Маевскому (2014). Определены адвентивные виды по С.Р. Майорову и др. (2012). При распределении растительности травяно-кустарничкового яруса по эколого-ценотическим группам (ЭЦГ) в данной работе использовали классификации А.А. Ниценко (1969), Г.М. Зозулина (1973) и О.В. Смирновой и др. (2004).

Полевые материалы, собранные на ППП в ходе данного исследования, обрабатывались с применением компьютерных программ «STATISTICA 12.0» и «Microsoft Excel 2020». Замеры таксационных параметров растений проведены в количестве, обеспечивающем достоверность различия между показателями определялась на 95 % доверительном уровне.

Сводная характеристика лесоводственно-таксационных показателей сосновых насаждений на 45 постоянных пробных площадях приведена в приложениях 1 – 4.

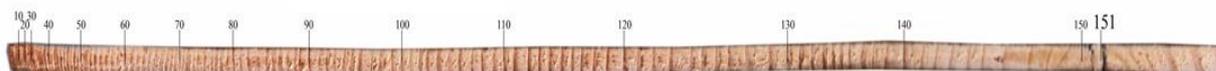


Рисунок 9. Возрастной керн сосны обыкновенной отобранный на территории Серебряноборского опытного лесничества на ППП-6 (151 год)



Рисунок 10. Измерение высот на пробной площадке с использованием Haglof Vertex III

Общий вид постоянных пробных площадей в сосновых фитоценозах на объектах исследования в Московском регионе отражен на рисунке 11.



Рисунок 11. Общий вид на постоянных пробных площадях в сосновых фитоценозах Московского региона

3.3.2. Методика исследования на вырубках

При изучении восстановительной динамики древесно-кустарниковой растительности на вырубках после сплошной санитарной рубки определяли: возраст, высоту, вертикальную структуру и прирост осевого побега в высоту у сосны обыкновенной, количество древесно-кустарниковой растительности в шт./га, встречаемость и благонадежность подроста на круговых площадках.

Для учета численности подроста на вырубках были заложены круговые учетные площадки с постоянным радиусом 1,78 м (площадь 10 м²). На вырубке № 1 учетные площадки располагались по направлению ходовых линий от стены леса к концу пробной площади, всего заложено 22 площадки. На вырубке № 2 заложены две параллельные линии длиной 270 м, на каждой из которой расположили учетные площадки через 30 м, а граничные площадки находились на расстоянии от 10 до 20 м от стены леса, всего – 24 площадки.

При оценке жизнеспособности подроста использовали количественные и качественные показатели: цвет хвои, протяженность кроны и доля сухих ветвей (Грязькин, 2001). Учитывали только жизнеспособный подрост с подразделением его по категориям крупности. Приросты у всех экземпляров сосны измеряли по мутовкам.

Учет количества и измерение высот у всех древесных и кустарниковых растений осуществляли на каждой площадке. Определяли флористический состав травянистой растительности, обилие видов, а также общее проективное покрытие травяно-кустарничкового яруса и каждого вида отдельно.

В ходе исследования определялось общее количество подроста в переводе на крупный, средняя численность на учетной площадке, ошибка средней численности, среднеквадратическое отклонение, коэффициент вариации, показатель точности наблюдений и коэффициент гомогенности по следующим формулам:

Общее количество подроста, шт./га (Мга):

$$M_{га} = K_J = \frac{\Sigma N \cdot 10000}{n \cdot S}, (1)$$

где ΣN – общее количество подроста на учетных площадках с учетом коэффициентов перевода, n – количество учетных площадок, S – площадь площадки (10 м²).

Итоговое количество подроста с учетом перевода мелкого и среднего в крупный, шт.:

$$\Sigma N = 0,5\Sigma N_M + 0,8\Sigma N_{ср} + \Sigma N_{кр}, (2)$$

где N_M – количество мелкого подроста, шт.; $N_{ср}$ – количество среднего подроста, шт.; $N_{кр}$ – количество крупного подроста, шт.

Коэффициент встречаемости τ , %

$$\tau = \frac{n_1}{n} \cdot 100, (3)$$

где n_1 – количество круговых площадок с наличием подроста.

Ошибка репрезентативности среднего количества подроста M_m , шт.:

$$M_m = \pm \frac{\sigma}{\sqrt{n}} \cdot (4)$$

Выборочное среднеквадратическое отклонение σ , шт.:

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - M_{уч.пл.})^2}{n-1}}, (5)$$

Фактический коэффициент вариации v , %, характеризующий разброс (рассеивание) измеряемой величины относительно среднего значения:

$$v = \frac{\sigma}{M_{уч.пл.}} \cdot 100. (6)$$

Результат исследования оценивается показателем точности наблюдений.

Показатель точности наблюдений P , %:

$$P = \frac{v}{\sqrt{n}} \cdot (7)$$

Для исследований лесных экосистем точность наблюдения является удовлетворительной, если значение находится в пределах 10–15 % (Мартынов, 1996; Мандрыкин, 2019).

Коэффициент гомогенности (КГ) характеризует размещение подроста по исследуемой площади:

$$КГ = \frac{\sigma^2}{M_{\text{уч.пл.}}} \gg. (8)$$

Для изучения высотной структуры основных лесобразующих пород на вырубках производили расчет редуционных чисел (R_h) по следующей методике:

- построение ранжированного ряда по высотам от минимальной до максимальной;
- разделение полученного ряда на 10 классов с одинаковым числом экземпляров в классе;
- определение средней высоты каждого класса: $h_{\text{cp}}(n)$;
- определение относительной высоты каждого класса:

$$R_h(n) = \frac{h_{\text{cp}}(n)}{h_{\text{cp}}}, (9)$$

где $h_{\text{cp}}(n)$ - средняя высота каждого класса,

h_{cp} - средняя высота всех классов.

- расчет показателя ΔR_h как разницы относительной высоты 1 и 10 классов:

$$\Delta R_h = R_h(10) - R_h(1), (10)$$

где $R_h(10)$ - редуционное число десятого класса,

$R_h(1)$ – редуционное число первого класса.

Оценка сходство видового состава сообществ на вырубках проводилась по коэффициенту флористической общности Жаккара (K_J), который вычисляется по формуле (Миркин, Розенберг, 1978; Уланова и др., 2023):

$$K_J = \frac{N_{A+B}}{(N_A + N_B - N_{A+B})}, (11)$$

где N_{A+B} - число общих видов в сравниваемых описаниях А и В,

N_A и N_B - число видов в каждом из описаний.

Для изучения разнообразия видов был рассчитан индекс Шеннона (H):

$$H = - \sum_{i=0}^q p_i \cdot \log p_i, (12)$$

где q – это число видов на площадке, а p_i – это относительное участие вида i :

$$p_i = \frac{A_i}{A}, (13)$$

где A_i – участие вида i , а A – сумма участия всех видов.

3.4. Объем выполненных работ

Сбор полевых материалов для исследования проводили в летне-осенний период 2020 – 2023 гг. Основной объем исследования выполнен на 45 постоянных пробных площадях: 9 ППП приходится на Серебряноборское опытное лесничество Института лесоведения РАН, 16 ППП на Лесную опытную дачу Российского государственного аграрного университета – МСХА имени К.А. Тимирязева, по 10 ППП приходится на «Национальный парк «Лосиный остров» и на Московское учебно-опытное лесничество.

При сплошном перечете на ППП учтено более 9000 деревьев, измерено более 2000 высот деревьев, учтено более 5000 экземпляров древесно-кустарниковой растительности в нижних ярусах. Зарегистрировано 108 видов сосудистых растений в живом напочвенном покрове исследуемых насаждений (приложение 5). В ходе изучения восстановительной динамики сосновых фитоценозов, после сплошной санитарной рубки на территории Серебряноборского опытного лесничества Института лесоведения РАН заложено 46 постоянных круговых учетных площадок. При перечете учтено более 1000 деревьев. Измерены приросты осевого побега у более 300 экземпляров сосны обыкновенной. В живом напочвенном покрове на вырубках зарегистрировано 126 видов сосудистых растений (приложение 6).

Объем полевых работ, применение компьютерных технологий и современного оборудования позволили составить научно-обоснованные практические рекомендации и сделать достоверные выводы.

ГЛАВА 4. СТРУКТУРНАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ СОСНОВЫХ ФИТОЦЕНОЗОВ МОСКОВСКОГО РЕГИОНА

Исследование структуры ценоэлементов в сосновых фитоценозах имеет важное значение для понимания различных эколого-биологических аспектов их формирования. Структура древостоя в основном характеризует всё ценоотическое строение лесного насаждения. Также стоит отметить, что структура фитоценозов во многом определяет их продуктивность и устойчивость (Лебков, 1989; Осипов и др., 2018; Del Río et al., 2016).

В.В. Кузьмичев (1977) под структурой древостоя понимает «закономерное распределение деревьев по таксационным показателям, изменяющимся как во времени, так и в пространстве, что является результатом комплексного взаимодействия лесорастительных условий, стадии развития древостоя и влияния различных экзогенных факторов».

Классическим способом характеристики структуры древостоя по диаметру является распределение деревьев по ступеням толщины. С данным показателем тесно связаны многие другие таксационные показатели (Луганский, Нагимов, 1994; Киселева и др., 2012).

По мнению Н.В. Третьякова (1927) вся внутренняя структура древостоя характеризуется рангами деревьев по толщине ствола. Ряды распределения деревьев по диаметру многогранно описывают процессы их роста, отпада и дифференциации (Дыренков, 1974).

Вопрос дифференциации деревьев в насаждении по диаметру не простой из-за наличия целого ряда факторов, влияющих на распределение числа деревьев в зависимости от толщины ствола (Василенко, 2009).

Ученые выделяют среди факторов, которые оказывают влияние на распределение числа деревьев: возраст, породный состав, тип условий местопроизрастания, высота, полнота, природные катаклизмы и антропогенное воздействие (Лебков, 1967; Макаренко, 1975).

4.1. Структура сосновых древостоев

По результатам сплошного перечета деревьев вычислены значения запасов по элементам леса, по соотношению которых изучался породный состав и вертикальная структура сосновых древостоев. Для характеристики вертикальной структуры насаждений высота первого яруса принималась равной средней высоте соснового элемента леса. Выделялся фитоценотический второй ярус, к которому относили деревья, высота которых составляла менее 80 % от средней высоты первого яруса. Традиционным способом характеристики структуры насаждений по диаметру является распределение деревьев по ступеням толщины. По мере увеличения возраста насаждения ряды распределения деревьев по диаметру, как правило, растягиваются. Из-за уменьшения числа деревьев в насаждении график становится более плоским. Двухвершинный график возникает в случае разделения насаждения на главный и подчиненный полог, например, после подселения подроста под основной полог и его выхода во второй ярус.

Распределение деревьев по ступеням толщины в смешанных насаждениях, состоящих из светолюбивых и теневыносливых пород, также характеризуется двух- или многовершинными кривыми (Киселева и др., 2012).

Серебряноборское опытное лесничество

По результатам исследований установлено, что сосняки сложные к возрасту спелости формируют двухъярусные насаждения. Сосновые фитоценозы имеют условно-разновозрастный характер на большинстве ППП в СОЛ ИЛАН РАН с разницей, местами превышающей два класса возраста (40 лет), что свидетельствует об их естественном происхождении. Наибольший возраст у сосны отмечен на ППП-1, который в среднем составляет 214 лет (приложение 1).

Изучение структуры соснового древостоя показало, что первый ярус в древостоях сформирован сосной с незначительной долей березы и иногда липы (Лежнев, Дубей, 2023).

Второй ярус представлен в основном широколиственными породами, кроме ОМ-1 и ППП-9, там преобладает береза. Исследуемые постоянные пробные площади условно можно разделить на две группы по преобладающей породе во втором ярусе: 1) липа (рис. 12), 2) дуб (рис. 13).

В насаждениях с преобладанием липы во втором ярусе, запас подчиненного яруса не превышает 80 м³/га, кроме ППП-1 (104 м³/га), при этом средний запас липы составляет 42 м³/га. Долевое участие липы во втором ярусе достигает до 88 % (ППП-1 и ППП-115). Кроме того, липа, которая в предыдущем перечете находилась во втором ярусе начала выходить в первый на ППП-1, 9, 14, где ее доля по запасу составляет около 4 %. «Присутствие экземпляров липы мелколистной во всех ярусах древостоя говорит об устойчивости популяции в данных условиях» (Лежнев, 2023а).

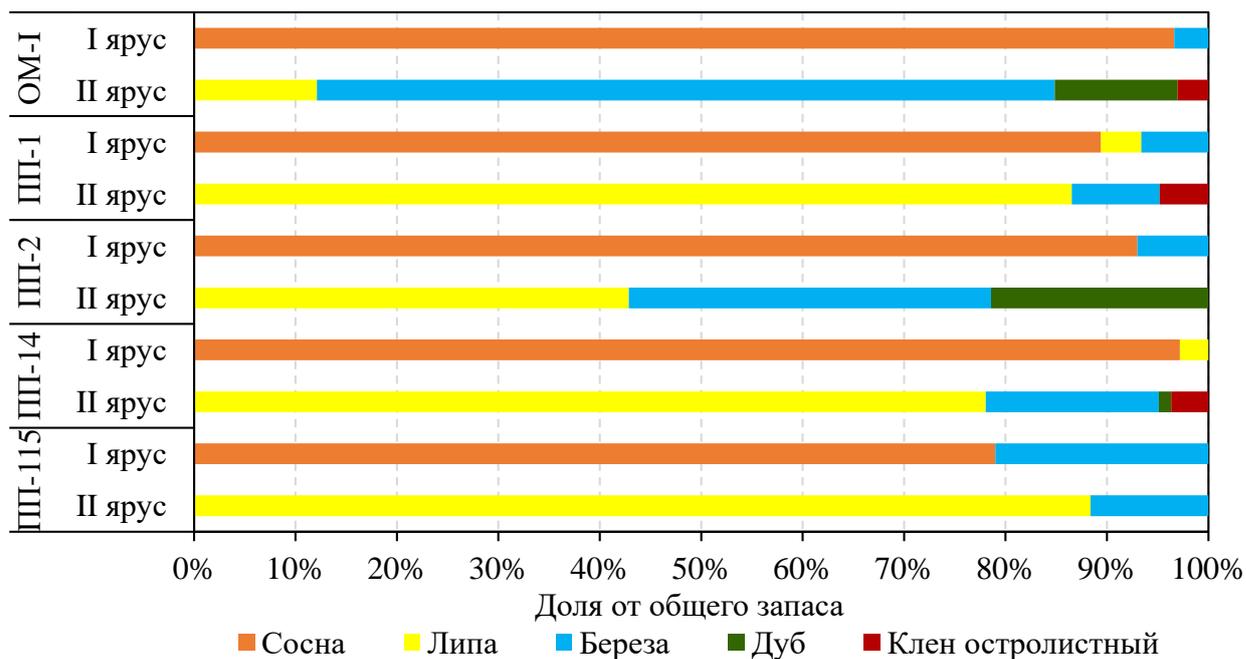


Рисунок 12. Видовой состав древостоев на ППП в Серебряноборском опытном лесничестве с преобладанием липы мелколистной во втором ярусе

В древостоях с преобладанием дуба во втором ярусе, запас не превышает 40 м³/га, кроме ППП-8 (43 м³/га), при этом средний запас дуба во втором ярусе составляет 11 м³/га, а долевое участие достигает до 83 % (ППП-6).

В сосняках Серебряноборского опытного лесничества в составе древостоя среди широколиственных пород, кроме липы и дуба также отмечается наличие клена остролистного на четырех пробных площадях: ОМ-1, ППП-1, 8, 9. Долевое участие клена остролистного незначительное и составляет в среднем около 4 %.

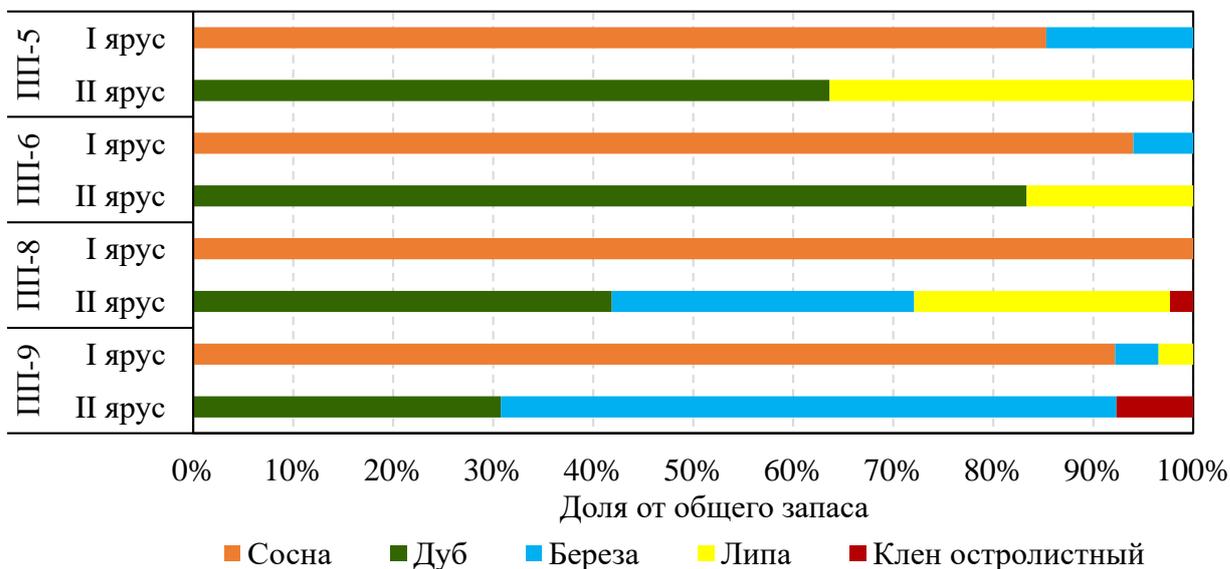


Рисунок 13. Видовой состав древостоев на ППП в Серебряноборском опытном лесничестве с преобладанием дуба черешчатого во втором ярусе

Для каждой из двух выделенных групп пробных площадей в Серебряноборском опытном лесничестве по преобладающим древесным породам подчиненного яруса изучено распределение деревьев по ступеням толщины (рис. 14–15). В качестве типичных выбраны пробные площади ППП-1 и ППП-14 (преобладание липы во втором ярусе), ППП-5 и ППП-8 (преобладание дуба во втором ярусе).

Анализ распределения деревьев по ступеням толщины в насаждениях с преобладанием липы мелколистной во втором ярусе показал, что для сосны обыкновенной максимум приходится на ступень толщины 64 см, а толщина варьирует в пределах 28–64 см.

Для липы мелколистной отмечается самый большой диапазон изменчивости толщин от 8 до 48 см с преобладанием в ступени толщины 20 см на ППП-1 и от 8 до 44 см с преобладанием в ступени толщины 12 см на ППП-14.

Кроме того, важно отметить постепенное внедрение из подростка во второй ярус клена остролистного на ППП-1 с диапазоном толщины от 8 до 16 см.

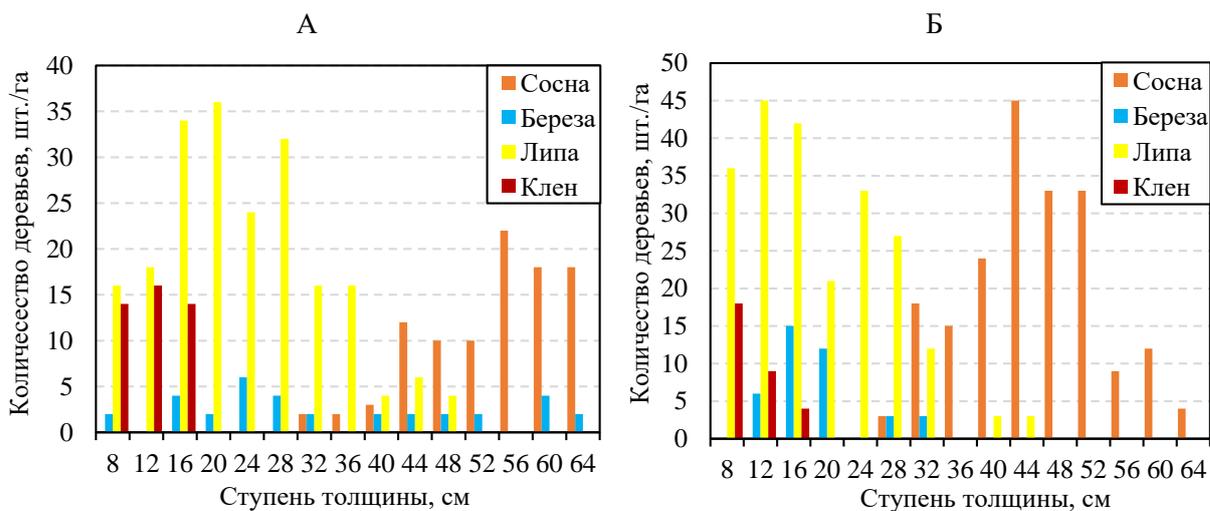


Рисунок 14. Распределение деревьев по ступеням толщины с преобладанием липы во втором ярусе на ППП-1 (А) и ППП-14 (Б)

В насаждениях с преобладанием дуба во втором ярусе максимум для сосны обыкновенной приходится на ступень толщины 68 см (ППП-5), толщина при этом варьирует в пределах от 32 до 68 см на ППП-5 и от 36 до 64 см на ППП-8. Дуб черешчатый имеет диапазон толщин от 8 до 24 см (ППП-5) и от 12 до 28 см (ППП-8) с преобладанием в ступенях толщины 16 и 20 см соответственно. Однако, судя по соотношению высоты и диаметра, дуб черешчатый под пологом древостоя угнетен.

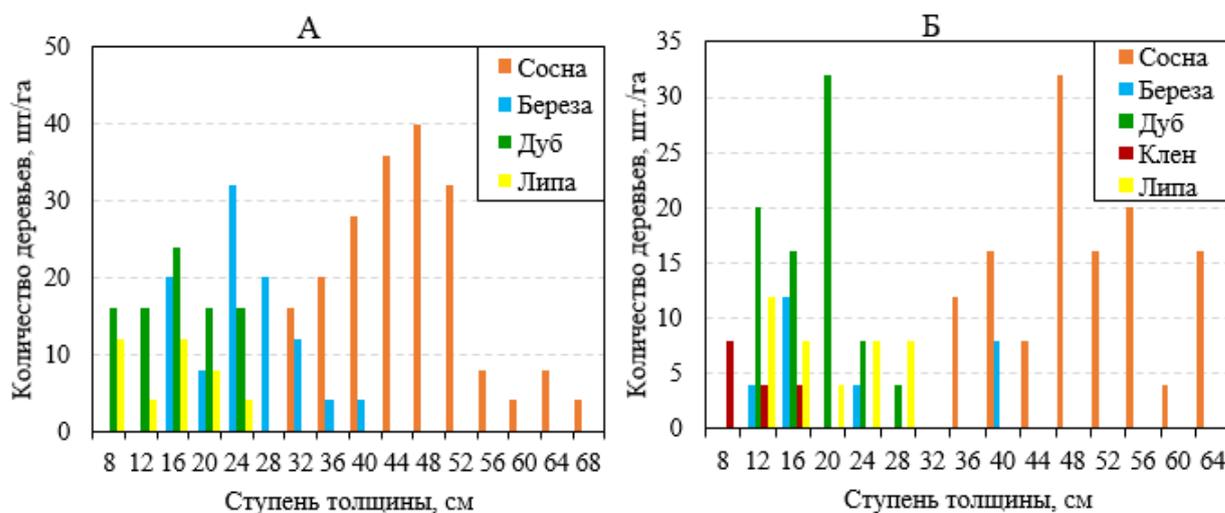


Рисунок 15. Распределение деревьев по ступеням толщины с преобладанием дуба во втором ярусе на ППП-5 (А) и ППП-8 (Б)

«Наличие в составе второго яруса светолюбивой березы повислой, свидетельствует о благоприятных условиях роста под пологом соснового древостоя не только для теневыносливой липы мелколистной» (Лежнев, 2023а).

Исследуемые сосновые древостои в СОЛ ИЛАН РАН имеют ярко выраженную двухвершинную кривую распределения деревьев по ступеням толщины, что свойственно для смешанных и сложных по форме насаждений.

Распределение деревьев по ступеням толщины на исследуемых ППП имеет широкое варьирование от 8 до 64 см, что характеризует данные древостои как устойчивые, однако молодое поколение сосны не формируется. Отмечается трансформация структуры древостоя за счет внедрения широколиственных видов (липа мелколистная, дуб черешчатый и клен остролистный) в первый и второй ярусы, которые сформированы несколькими генерациями.

На большинстве изучаемых сосняков в нижнем ярусе древостоев присутствует рябина обыкновенная, которая играет важную ценотическую роль в фитоценозе. Высота её в среднем составляет 10–15 м, ярус плотный и достаточно сомкнутый, что обостряет конкуренцию. На пробных площадях рябины обыкновенной насчитывается от 18 до 96 шт./га. Средний диаметр варьирует от 9,8 до 16,7 см, максимальный – 24,8 см, а запас варьирует от 7 до 15 м³/га.

Лесная опытная дача

На протяжении многих десятилетий на ППП в Лесной опытной дачи насаждения были представлены одноярусными одновозрастными чистыми сосновыми или сосново-еловыми древостоями. С 1980-х годов наметилась тенденция к внедрению в верхний полог широколиственных пород (Дубенок и др., 2020). В настоящее время на всех ППП сосновые древостои сформированы двумя ярусами древесной растительности. Все пробные площади условно можно разделить на три группы по преобладающим видам

второго яруса: 1) клен остролистный, 2) липа мелколистная и вяз гладкий, 3) ель европейская (Лежнев, Лебедев, 2023а).

На рисунке 16 представлен породный состав древостоев с преобладанием во втором ярусе клена, доля участия которого достигает до 100 % (ППП 4/А и 4/Ж). На всех пробных площадях запас второго яруса превышает 40 м³/га, кроме пробной площади 4/Ж (24 м³/га).

В первом ярусе присутствует липа мелколистная, доля запаса которой составляет от 5 до 35 %, а доля клена остролистного – не превышает 10 %. Сосна обыкновенная находится во втором ярусе только на ППП 4/Е и 4/Д в результате угнетения роста из-за неконтролируемой рекреации.

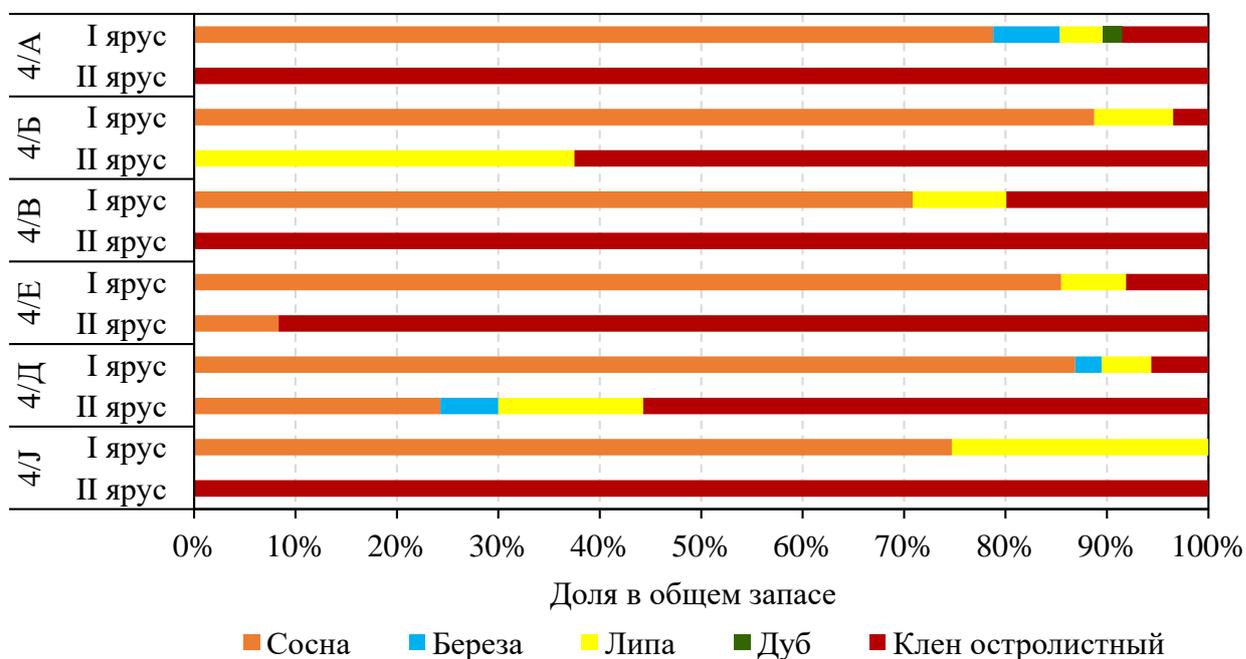


Рисунок 16. Видовой состав древостоев на пробных площадях с преобладанием клена остролистного во втором ярусе

В древостоях с преобладанием липы мелколистной и вяза гладкого во втором ярусе на эти виды суммарно приходится до 80 % запаса (рис. 17). Запас деревьев второго яруса на данных пробных площадях не превышает 40 м³/га. Кроме того, на этих пробных площадях прослеживается активное внедрение липы в первый ярус, где ее доля по запасу составляет от 10 до 25 %.

Вместе с тем в древостоях с доминированием липы и вяза во втором ярусе отмечается более высокое разнообразие древесных пород по сравнению

с древостоями, в которых во втором ярусе значительная доля приходится на клен остролистный.

На пробных площадях 4/К, 4/Л, 4/М, 4/О и 4/Р отмечены семь видов древесных пород: сосна обыкновенная, ель европейская, береза повислая, липа мелколистная, дуб черешчатый, вяз гладкий и клен остролистный.

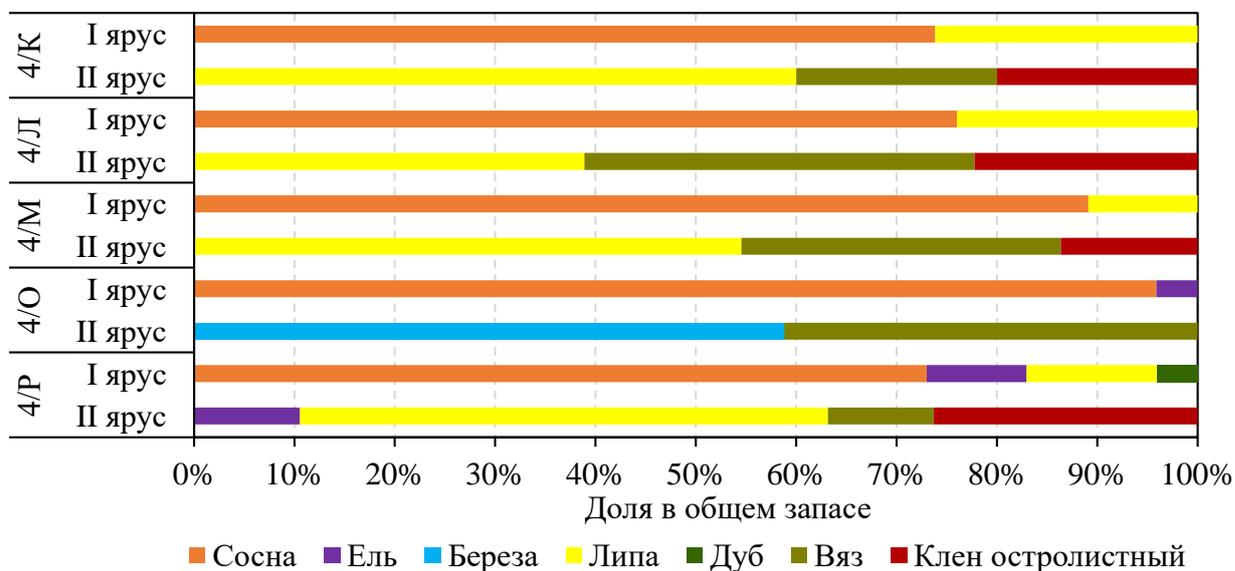


Рисунок 17. Видовой состав древостоев на пробных площадях с преобладанием липы мелколистной и вяза гладкого во втором ярусе

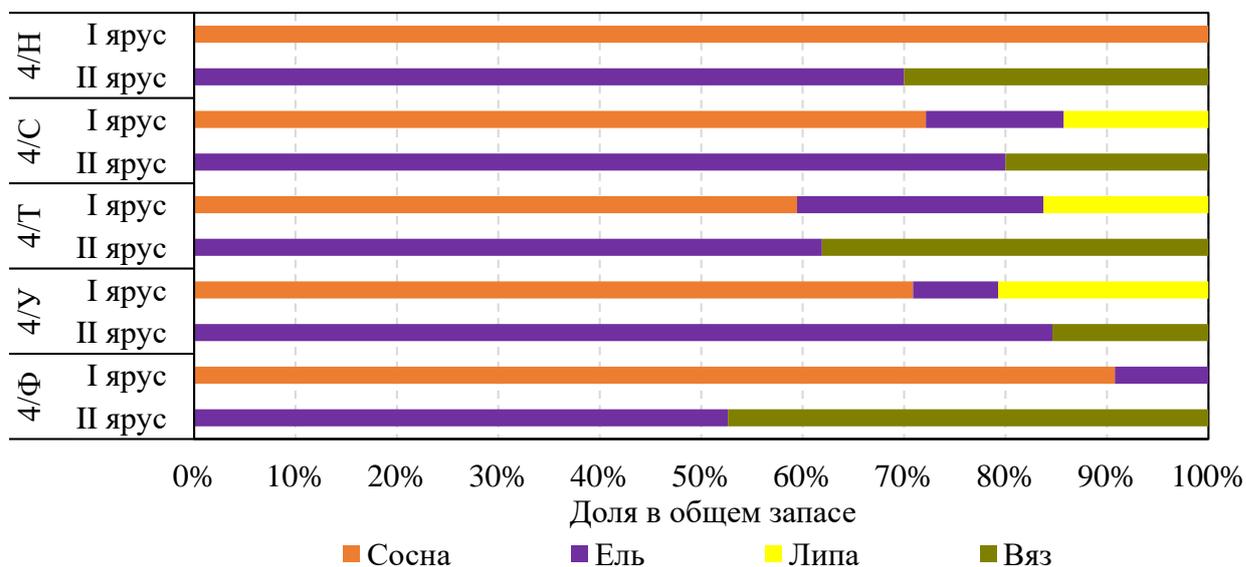


Рисунок 18. Видовой состав древостоев на пробных площадях с преобладанием ели европейской во втором ярусе

На пробной площади 4/Н ель сформировалась самосевом, а древостои пробных площадей 4/С, 4/Т, 4/У и 4/Ф создавались смешанной посадкой сосны

и ели. В результате засухи в конце 1930-х годов практически вся ель в посадках выпала (рис. 18).

Запас второго яруса ни на одной из пробных площадей не превышает 30 м³/га. В нем, кроме ели, значительную долю имеет вяз (от 20 до 45 %). Первый ярус сформирован главным образом сосной обыкновенной с незначительным участием ели европейской и липы мелколистной (до 30 %).

Для каждой из трех выделенных групп пробных площадей в Лесной опытной даче Тимирязевской академии по преобладающим древесным видам подчиненного яруса изучено распределение деревьев по ступеням толщины. В качестве типичных выбраны пробные площади 4/В (преобладание клена во втором ярусе), 4/М (преобладание липы и вяза во втором ярусе) и 4/С (преобладание ели во втором ярусе).

Анализ распределения деревьев по ступеням толщины на ППП 4/В показал, что для максимум сосны приходится на ступень толщины 36 см, а толщина варьирует в пределах 24–44 см, молодое поколение не формируется (рис. 19).

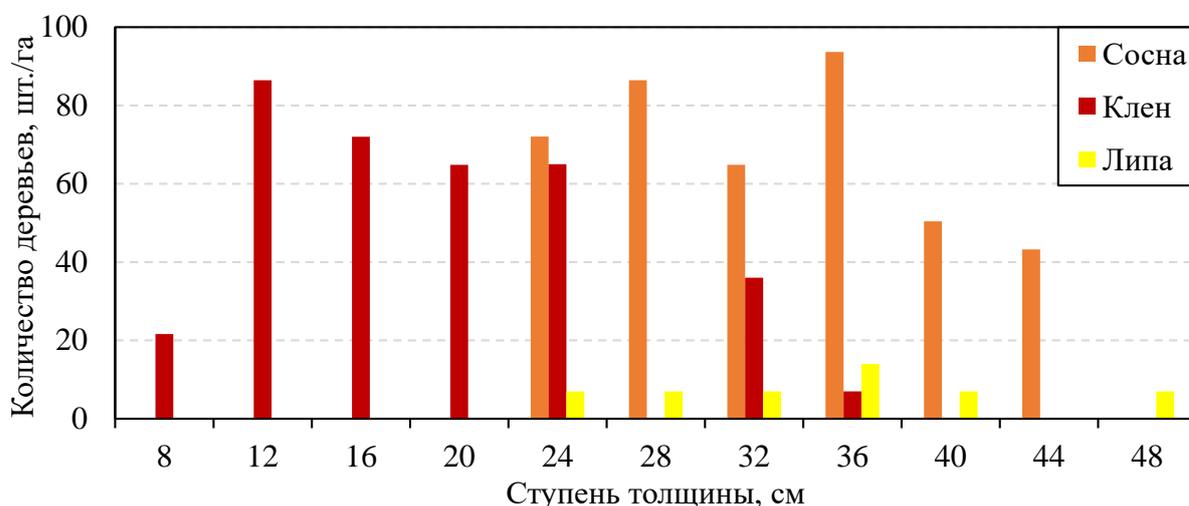


Рисунок 19. Распределение деревьев по ступеням толщины с преобладанием клена в подчиненном пологе на пробной площади 4/В

Для липы мелколистной диапазон толщин составил от 24 до 48 см с преобладанием в ступени толщины 36 см. Для клена остролистного значения толщин сконцентрированы в ступени толщины 12 см, а также отмечается

самый большой диапазон изменчивости – от 8 до 36 см, следовательно, на ППП происходит трансформация структуры древостоя из простого в сложный за счет внедрения лиственных видов в I и II ярусы, которые сформированы несколькими генерациями. Аналогичная тенденция прослеживается на ППП 4/А, 4/Б, 4/Е, 4/Д и 4/Ж.

Наибольшее количество деревьев сосны обыкновенной на ППП 4/М сконцентрировано в ступени толщины 32 см, а значения диаметров стволов варьируют от 24 до 48 см. Липа мелколистная занимает самый растянутый ряд распределения от 8 до 40 см, что свидетельствует о наличии нескольких генераций данного вида и её полночленности. Вяз гладкий преимущественно находится в диапазоне от 8 до 16 см, более взрослые деревья отмечены в ступени толщины 28 см (рис. 20).

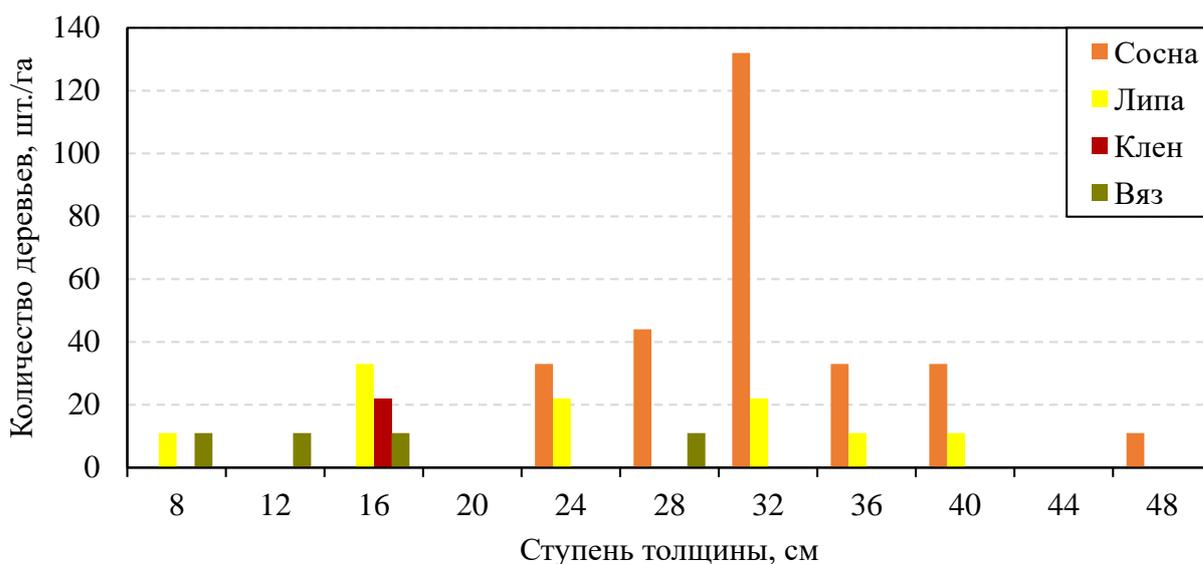


Рисунок 20. Распределение деревьев по ступеням толщины с преобладанием липы и вяза в подчиненном пологе на ППП 4/М

Распределение деревьев по ступеням толщины на ППП 4/В имеет широкий размах варьирования от 8 до 48 см. Аналогичная тенденция прослеживается на ППП 4/К, 4/Л, 4/О, 4/Р.

На пробных площадях с преобладанием ели европейской во втором ярусе сосна обыкновенная занимает наименьший диапазон распределения – от 28 до 48 см (рис. 21).

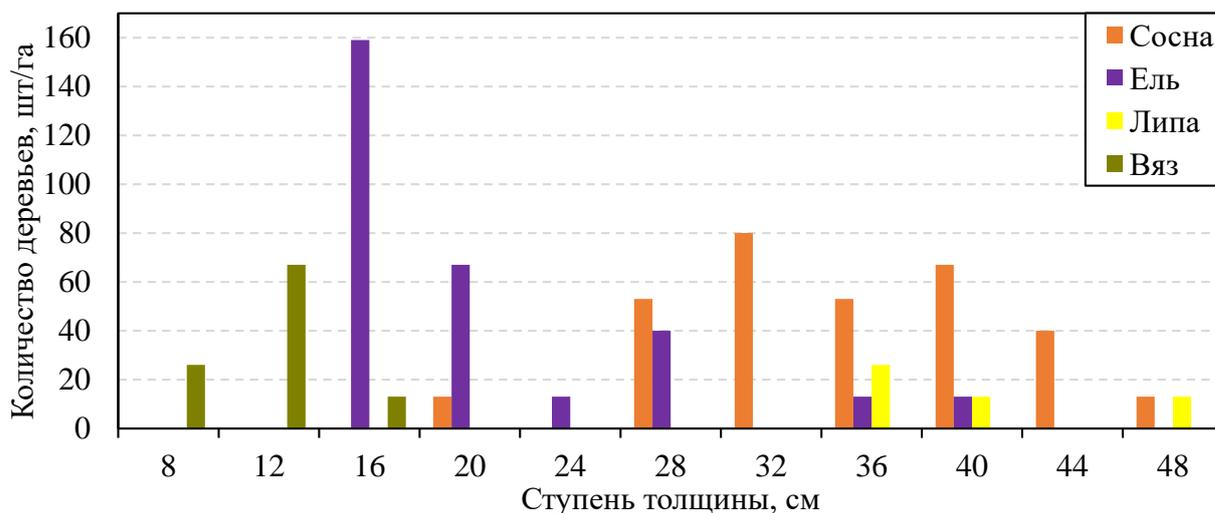


Рисунок 21. Распределение деревьев по ступеням толщины с преобладанием ели в подчиненном пологе на пробной площади 4/С

Деревья, находящиеся в ступени толщины 20 см, угнетенные и ослабленные. Липа мелколистная находится в диапазоне от 36 до 48 см, что указывает на более раннее внедрение в сосновый древостой. Вяз гладкий сосредоточен в ступени толщины 12 см.

На данном этапе сукцессионного ряда древостоя сформировано несколько поколений популяции ели европейской, сконцентрированной в ступени толщины 16 см. Однако данный вид в этих условиях не жизнеспособен и постепенно уйдет в отпад, что подтверждается выводами А.Р. Варгаса де Бедемара и В.П. Тимофеева (Тимофеев, 1964; Дубенок и др., 2020).

Установлена трансформация структуры в сосновых фитоценозах ЛОД. Лиственные породы, находящиеся в более высоких ступенях толщины, формируют молодое поколение и тем самым растягивают ряд распределения деревьев по ступеням толщины. Наличие нескольких поколений лиственных пород (клен и липа) указывает на то, что процесс трансформации структуры сосновых фитоценозов начался примерно в 1960–1970-х гг. и продолжается до настоящего времени. В дальнейшем это приведет к восстановлению хвойно-широколиственных лесов на урбанизированной территории Лесной опытной дачи (Лежнев, Лебедев, 2023а).

Национальный парк «Лосиный остров»

Все пробные площади в «Лосином острове» условно можно разделить на три группы по преобладающей породе второго яруса: 1) липы мелколистной, 2) клена остролистного, 3) ели европейской.

В пределах Лосиноостровской водно-ледниковой равнины (столичная часть парка) под пологом сосняков активно формируется второй ярус из липы, доля участия которой по запасу достигает до 90 % (ППП-5). В первом ярусе, кроме сосны обыкновенной присутствуют береза повислая и липа мелколистная. На этих пробных площадях запас второго яруса варьирует от 30 до 41 м³/га. Кроме того, на ППП-3 во втором ярусе присутствует ясень и его запас составляет 14 м³/га (рис. 22).

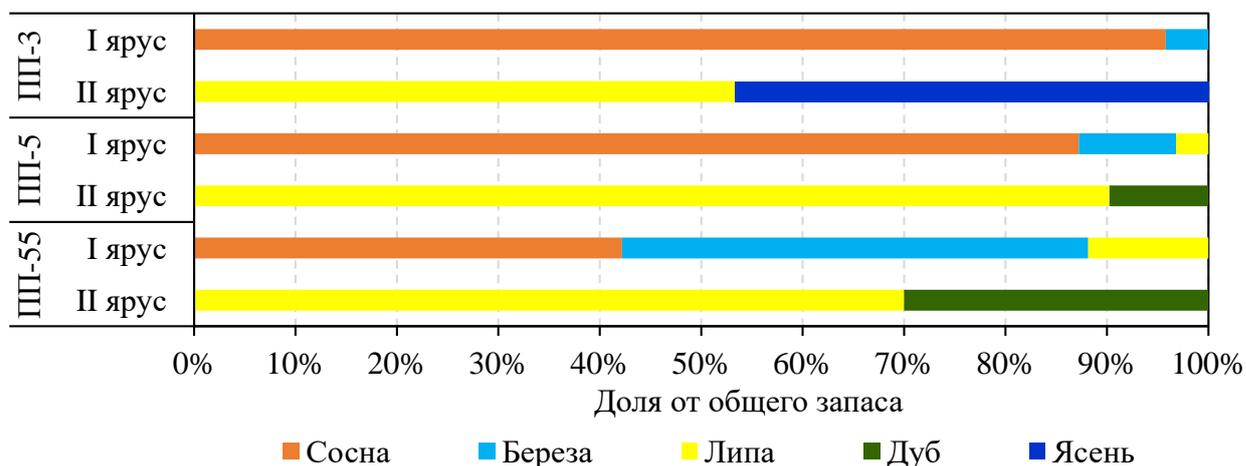


Рисунок 22. Видовой состав древостоев на пробных площадях с преобладанием липы мелколистной во втором ярусе

Таким образом происходит преобразование монокультур сосны обыкновенной в сложные по форме сосняки с липой мелколистной (Киселева, Коротков, Скородумов, 2016).

Сосна обыкновенная полностью отсутствует во втором ярусе насаждений, за исключением ППП-14, где ослабленные и отставшие в росте экземпляры находятся во втором ярусе (рис. 23).

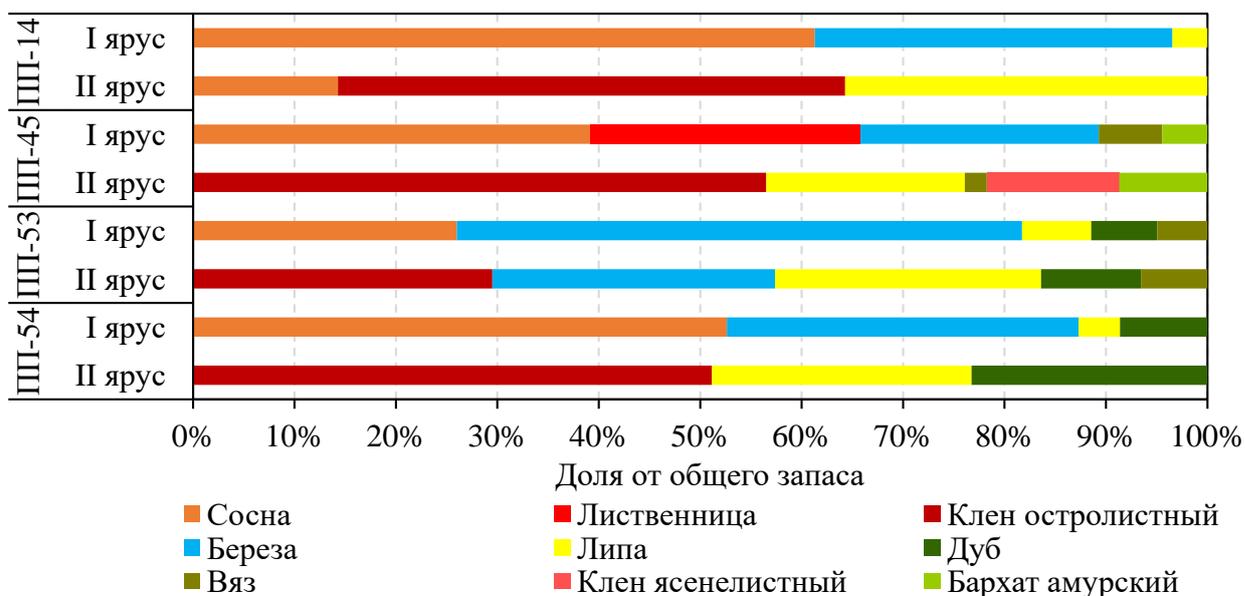


Рисунок 23. Видовой состав древостоев на пробных площадях с преобладанием клена остролистного во втором ярусе

В древостоях с преобладанием клена остролистного во втором ярусе на эту породу приходится до 57 % от общего запаса. Запас деревьев второго яруса на данных пробных площадях не превышает 50 м³/га, кроме ППП-53 (61 м³/га), что обусловлено значительным отпадом сосны из первого яруса и появлением «окон» в насаждении. Присутствие на ППП-45 клена ясенелистного (*Acer negundo* L.), бархата амурского (*Phellodendron amurense* Rupr.) и лиственницы сибирской (*Larix sibirica* Ledeb.) обусловлено внедрением данных видов при создании лесных культур в 1936 г. (рис. 24).

Сосна обыкновенная на Мытищинской водно-ледниковой равнине (областная часть парка) сменяется елью европейской с примесью березы повислой, клена остролистного и вяза гладкого (рис. 24). Продолжительность жизни у ели европейской в условиях национального парка ниже, чем у сосны обыкновенной. Вместе с тем, ель европейская чаще подвержена инвазиям стволовых вредителей и ураганым ветрам. Первый ярус сформирован главным образом сосной с участием ели и березы (до 36 %). Запас второго яруса на пробных площадях варьирует от 28 до 90 м³/га, при этом запас еловой части варьирует от 11 до 21 м³/га.

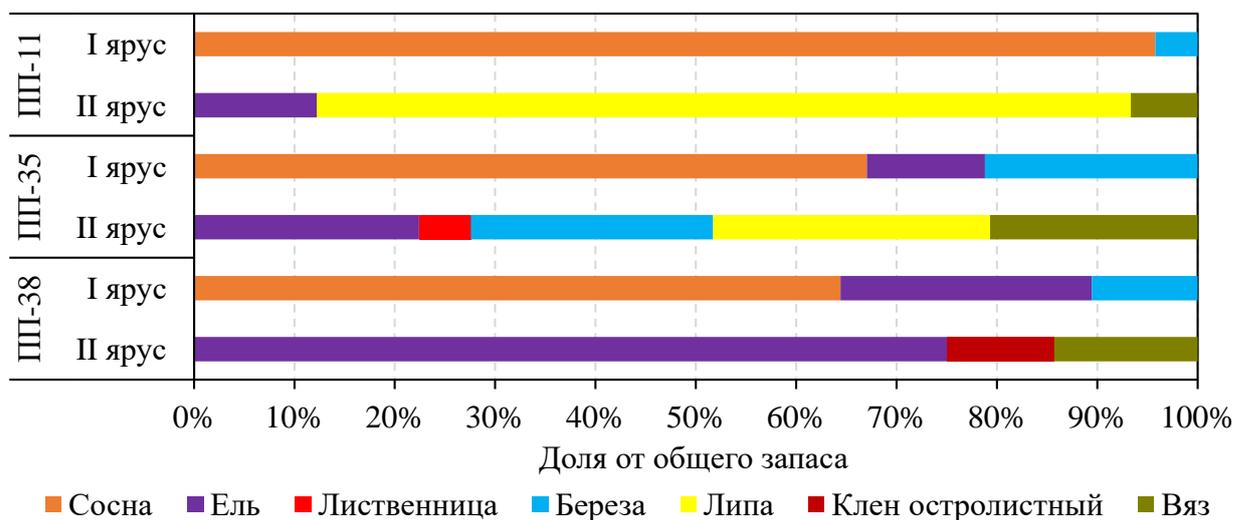


Рисунок 24. Видовой состав древостоев на пробных площадях с присутствием ели европейской во втором ярусе

Анализ распределения деревьев по ступеням толщины в насаждениях с преобладанием липы мелколистной во втором ярусе (ППП-5) показал, что сосна обыкновенная имеет нормальное распределение с максимальным значением на ступени толщины 28 см и варьирует в пределах от 20 до 48 см. Береза повислая варьирует по толщине от 28 до 40 см, однако представлена не значительно и отсутствует последующая генерация.

Липа мелколистная занимает самый растянутый ряд распределения от 8 до 36 см, что свидетельствует о наличии нескольких поколений данного вида и её полночленности. Значительная часть липы при этом сконцентрирована около ступени толщины 16 см. Дуб черешчатый находится в диапазоне от 8 до 12 см и подвержен значительному угнетению под пологом древостоя (рис. 25).

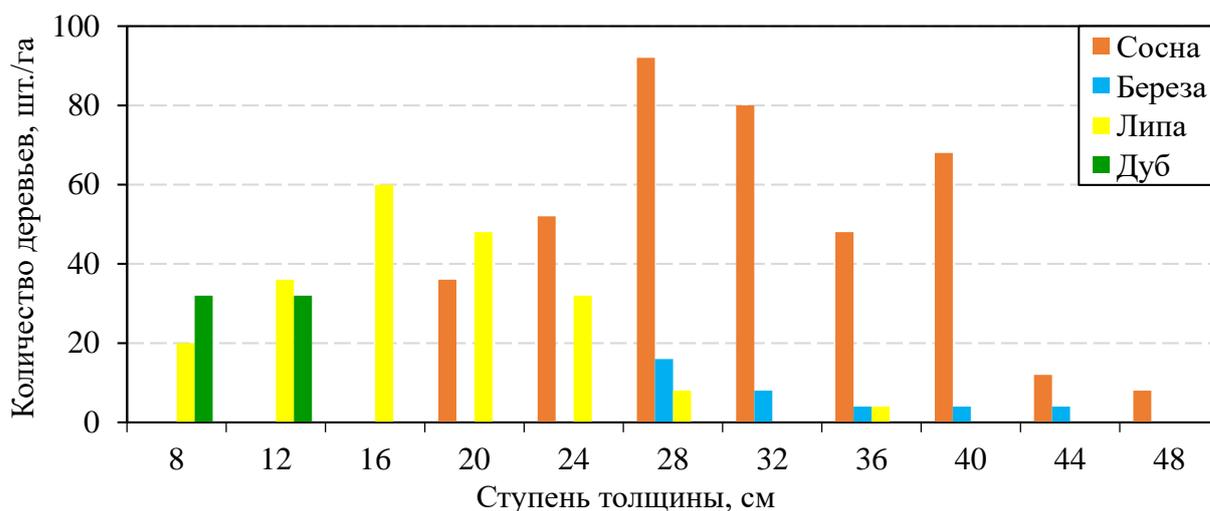


Рисунок 25. Распределение деревьев по ступеням толщины с преобладанием липы в подчиненном пологе на ППП-5

Анализ распределения деревьев по ступеням толщины в насаждениях с преобладанием клена во втором ярусе (ППП-54) показал, что для данной породы диапазон толщин варьирует от 8 до 24 см с преобладанием в ступени толщины 8 см, что указывает на несколько поколений клена и его активное внедрение во второй ярус древостоя. Аналогичная тенденция прослеживается на ППП-14, 45, 53 и 54.

Помимо клена, на ППП-54 представлены липа и дуб, имеющие также несколько поколений и, как следствие, растянутые ряды распределения по толщине (рис. 26).

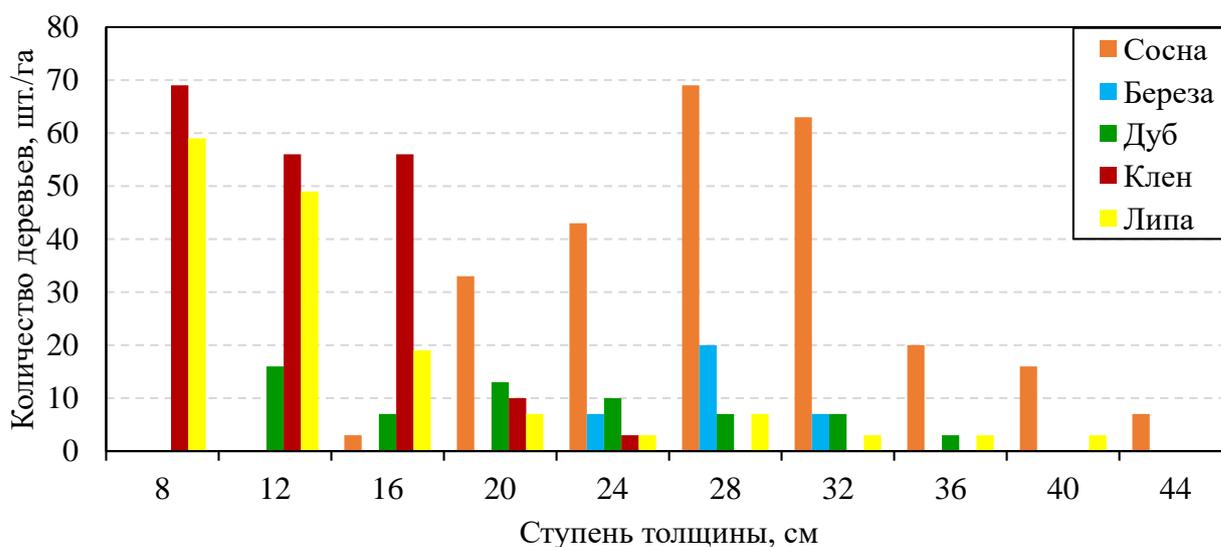


Рисунок 26. Распределение деревьев по ступеням толщины с преобладанием клена в подчиненном пологе на ППП-54

В Мытищинской водно-ледниковой равнине для ели европейской отмечается самый большой диапазон изменчивости толщин от 8 до 52 см с двумя вершинами в 12-й и 40-й ступени. Формируется несколько поколений елового элемента древостоя. Отмечается тенденция смены видового состава в сторону ели европейской. Кроме того, важно отметить постепенное внедрение из подроста во второй ярус на ППП-38 клена остролистного в нижние ступени толщины с диапазоном от 8 до 20 см (рис. 27).

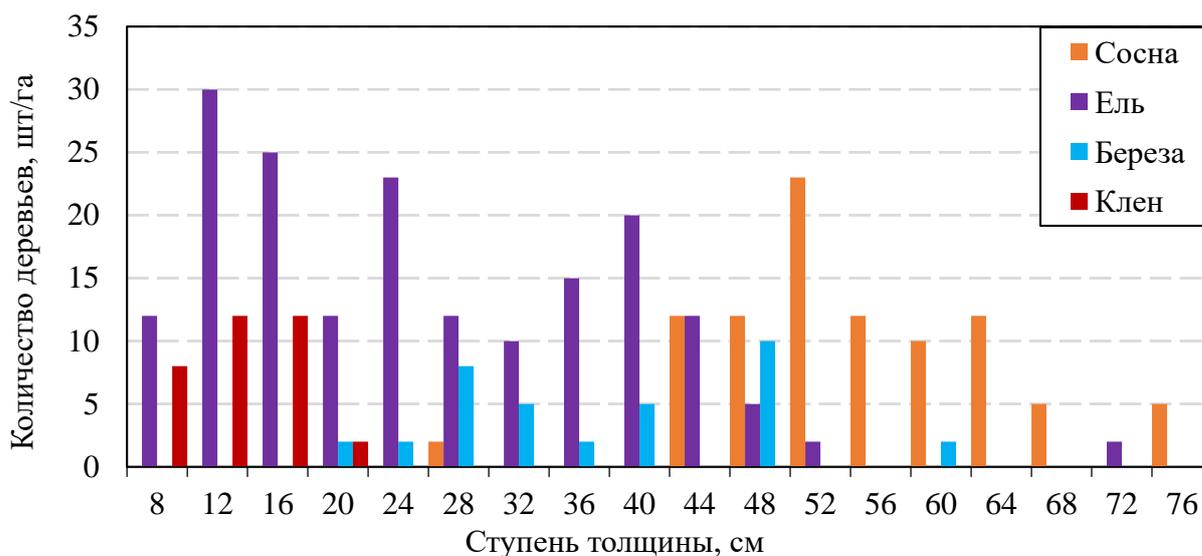


Рисунок 27. Распределение деревьев по ступеням толщины с преобладанием ели в подчиненном пологе на ППП-38

В большинстве ландшафтов Московского региона выступающие в роли пионерных, не дающие удовлетворительного возобновления под пологом и в следующем поколении сменяющиеся породами теневыносливыми. На некоторых ППП отмечается появление липы в составе первого и второго ярусов древостоя, отмечаются начальные стадии неморализации сосновых сообществ (Лежнев, Меняева, Кривошапов, 2022). Таким образом, широкое распространение липы и отчасти клена остролистного представляет собой заполнение их природного ареала.

Московское учебно-опытное лесничество

В МУОЛ на исследуемых пробных площадях также выделяются два фитоценологических яруса в древостоях. Материнский полог в основном представлен светолюбивыми породами: сосна, береза и лиственница, но также в составе первого яруса присутствует и ель. Сопутствующий полог состоит только из теневыносливых пород: ели, липы и клена. Вертикальная структура сосновых насаждений рассмотрена по распределению высот на примере трех ППП в Московском учебно-опытном лесничестве.

Высотная структура ППП-137 с преобладанием ели во втором ярусе, показывает различия высот между ярусами древостоя. При средней высоте соснового элемента леса – 32,7 м, еловая часть составляет только 13,0 м. Кроме того, в первом ярусе помимо сосны присутствуют лиственница и береза. Несмотря на то, что лиственница не догоняет по диаметру сосну, она всё равно остается в первом ярусе вместе с сосной (рис. 28).

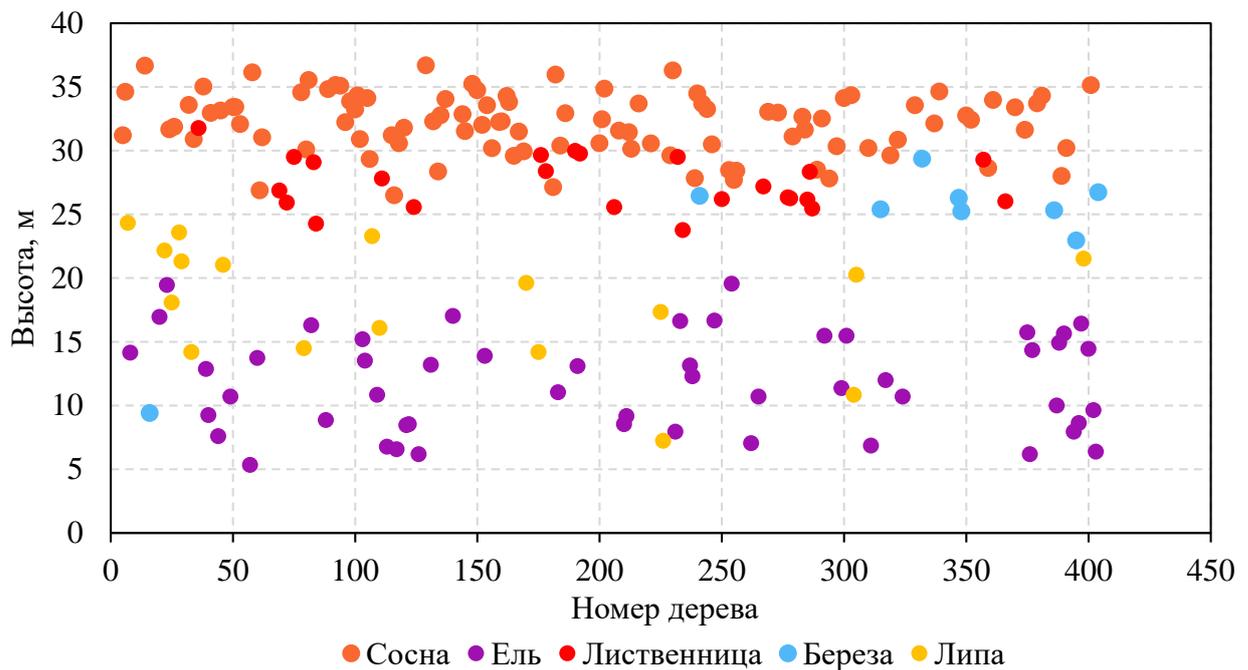


Рисунок 28. Высотная структура на ППП-137 с преобладанием ели во втором ярусе

Высотная структура насаждения с преобладанием клена во втором ярусе показывает, что клен в данных лесорастительных условиях ($C_2 - C_3$) способен максимально близко подойти к основному ярусу древостоя.

Средняя высота клена остролистного в первом ярусе составляет 22,8 м, при этом сосна обыкновенная незначительно выше и имеет среднюю высоту 25,6 см. Однако, большая часть особей клена находится во втором ярусе в высотном диапазоне от 10 до 20 м (рис. 29).

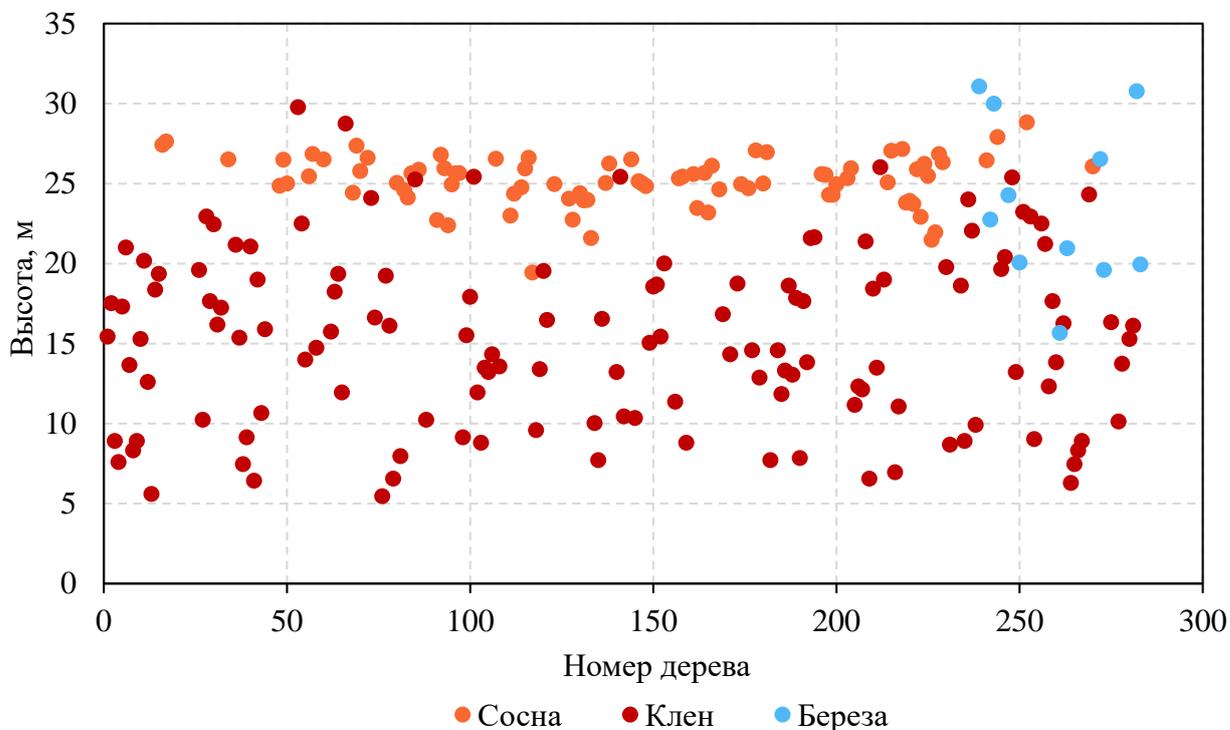


Рисунок 29. Высотная структура на ППП-138 с преобладанием клена во втором ярусе

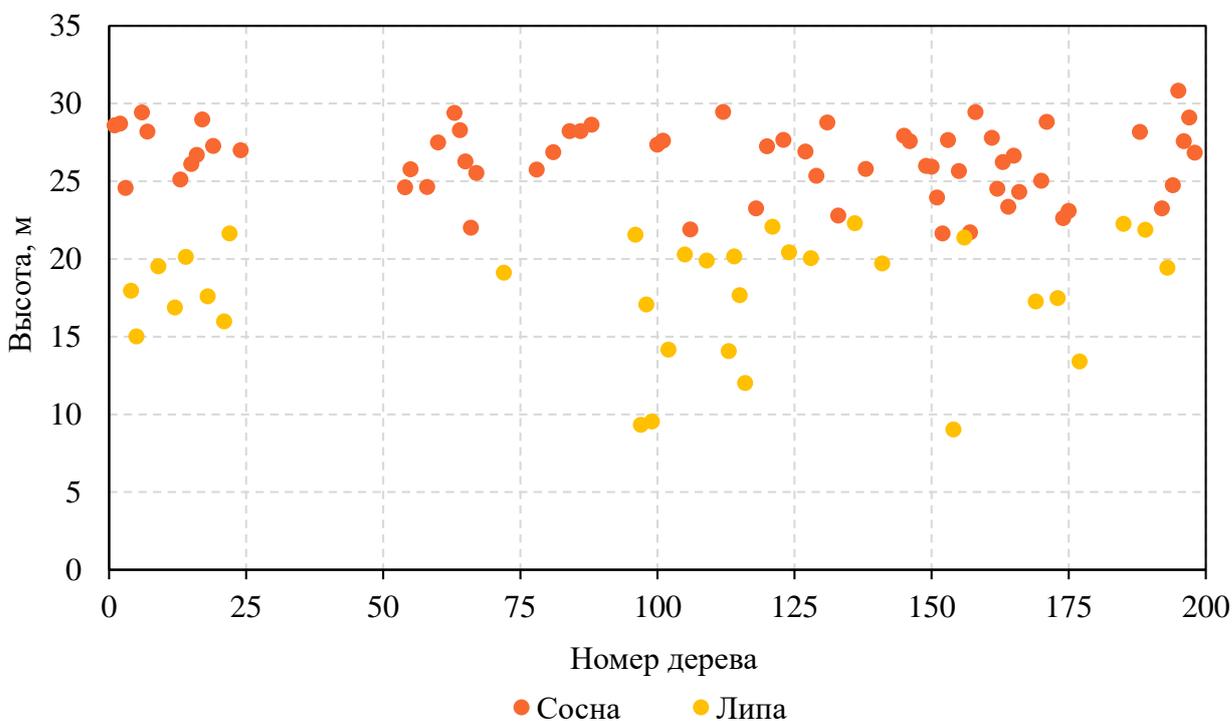


Рисунок 30. Высотная структура на ППП-139 с преобладанием липы во втором ярусе

В сосновых насаждениях с преобладанием липы мелколистной во втором ярусе видно, что отдельные экземпляры липы начинают выходить в первый ярус, однако сосна обыкновенная к IV классу возраста формирует полог в среднем на 7 метров выше, чем сопутствующая липа. Средняя высота сосны обыкновенной составляет 26,9 м, в то время как средняя высота липового элемента леса составляет только 19,4 м (рис. 30).

На большинстве постоянных пробных площадей в лесничестве формируются насаждения с преобладанием ели во втором ярусе (рис. 31).

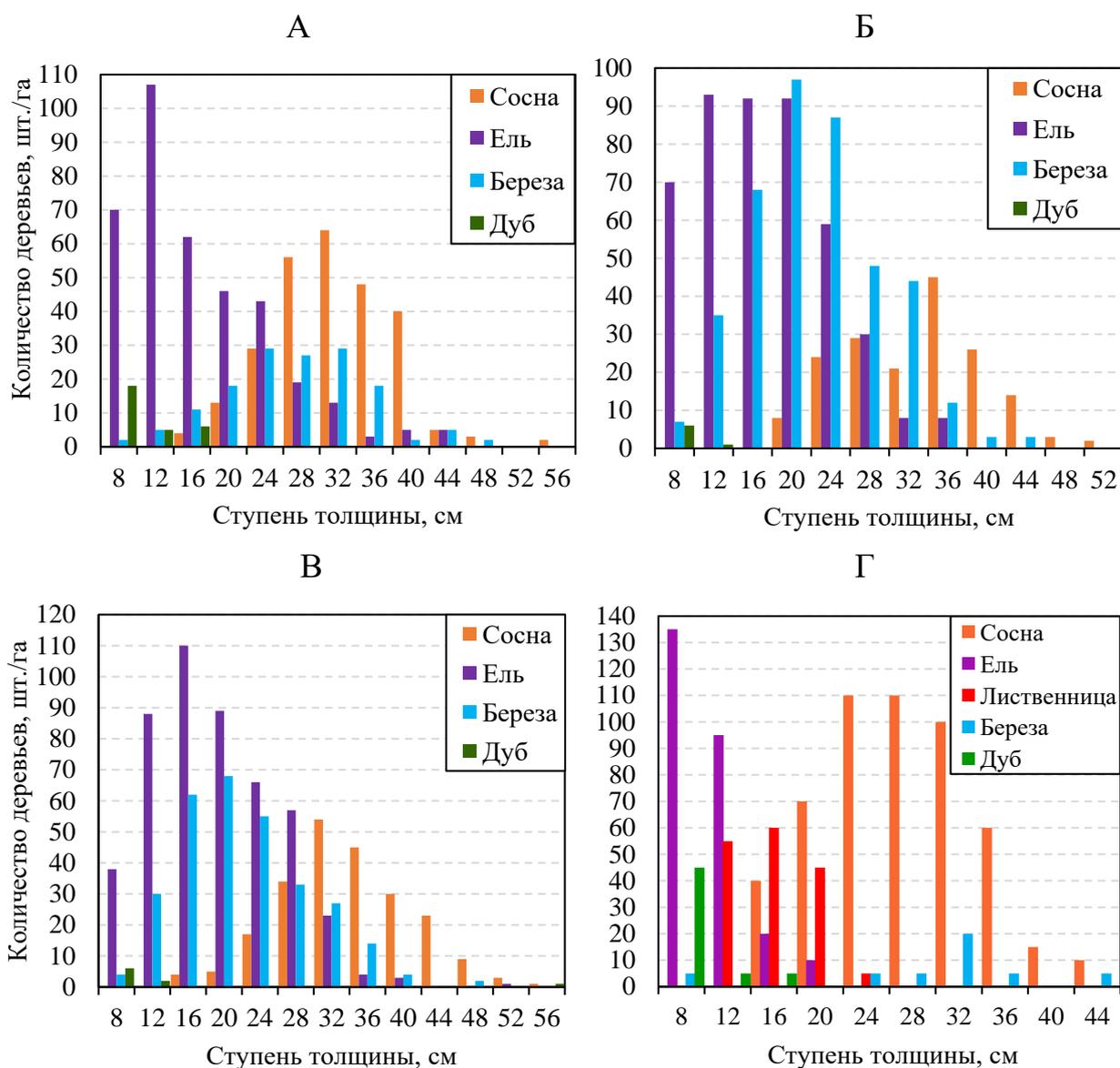


Рисунок 31. Распределение деревьев по ступеням толщины с преобладанием ели на ППП-1 (А), ППП-2 (Б), ППП-3 (В) и ППП-137 (Г) в подчиненном пологе

В связи с тем, что сосновые насаждения, созданные как монопородные древостои, формируют сложные мультипородные древостои естественным образом особый интерес представляют смешенные лесные культуры: сосново-кленовые и сосново-липовые (рис. 32).

При создании сосново-липовых насаждений, липа мелколистная показала большую жизнеспособность, чем клен остролистный в сосново-кленовых насаждениях. Это подтверждается большим запасом липы (30 %) от общего запаса древостоя по сравнению с запасом клена (15 %) в общем запасе древостоя.

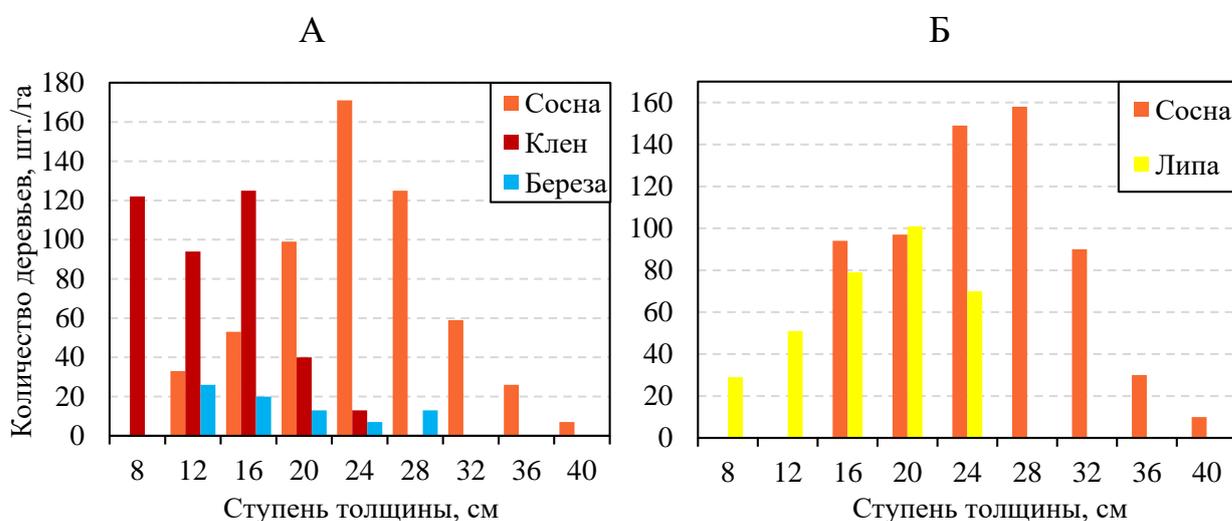


Рисунок 32. Распределение деревьев по ступеням толщины с преобладанием клена на ППП-138 (А) и липы на ППП-139 (Б) в подчиненном пологе

Установлено, что «в настоящее время для сосновых древостоев Московского региона характерны процессы неморализации, что также связано с трансформацией климата. В результате во многих случаях наблюдается смена главной породы, прежде всего теневыносливыми породами: липой и кленом. Данная смена пород совершенно закономерна. Строение сосновых древостоев носит ярко выраженное многовершинное распределение, которое обусловлено наличием разных пород различного возраста, составляющих древостой. С возрастом происходит закономерный отпад сосны обыкновенной. При этом широколиственные виды, успешно произрастающие под пологом древостоя, при развитии фитоценоза без катастроф со временем заменяют сосну обыкновенную» (Лежнев, 2023а).

4.1.1. Оценка достоверности распределения ценопопуляции сосны обыкновенной по толщине ствола

Для характеристики структуры ценопопуляций древесных растений применяются методы, основанные на расчете центральных моментов распределения деревьев по диаметрам стволов.

Описательные статистики рядов распределения деревьев сосны по толщине на постоянных пробных площадях в Московском регионе приведены в таблицах 1 – 4.

Средний таксационный диаметр сосны в СОЛ ИЛАН РАН составляет от 35,3 до 56,7 см. На большинстве рассматриваемых пробных площадях самое тонкое дерево имеет диаметр более 20 см за исключением ППП-2 и ППП-5, где минимальный диаметр равен 15,8 и 17,3 см соответственно. Среднеквадратическое отклонение диаметров на пробных площадях находится в диапазоне от 8,1 до 13,4 см. Изменчивость диаметров деревьев сосны на всех пробных площадях составляет от 17,6 до 27,6 %.

Таблица 1. Описательные статистики рядов распределения деревьев сосны по диаметру в Серебряноборском опытном лесничестве

№ ППП	<i>mean</i>	<i>qmean</i>	<i>min</i>	<i>max</i>	<i>sd</i>	<i>As</i>	<i>Ex</i>	<i>CV</i>	<i>n</i>
ОМ-1	47,4	48,5	28,6	82,1	10,1	0,53	0,15	21,3	115
ППП-1	52,8	54,1	31,5	113,0	11,7	1,33	6,05	22,2	64
ППП-2	43,3	44,5	15,8	64,3	10,4	-1,61	4,05	23,9	41
ППП-5	52,5	53,7	17,3	68,1	11,0	-0,82	2,31	21,0	49
ППП-6	46,2	47,3	34,4	73,8	9,9	0,37	0,34	21,5	25
ППП-8	47,7	48,5	35,0	65,6	8,6	0,05	-0,73	18,0	32
ППП-9	55,1	56,7	21,0	73,2	13,4	-0,32	-0,57	24,3	35
ППП-14	46,2	46,9	26,1	62,4	8,1	-0,03	-0,26	17,6	65
ППП-115	34,1	35,3	22,3	83,1	9,4	1,47	5,89	27,6	66

Условные обозначения: *mean* – средняя арифметическая, *qmean* – средняя квадратическая, *min* – минимальное значение, *max* – максимальное значение, *sd* – среднеквадратическое отклонение, *As* – коэффициент асимметрии, *Ex* – коэффициент эксцесса, *CV* – коэффициент вариации, %, *n* – количество наблюдений.

Значения коэффициентов асимметрии и эксцесса свидетельствуют, что ряды распределения по форме резко отличаются от кривой нормального распределения (особенно на ППП-1, ППП-2, ППП-5, ППП-115)

за исключением только ППП-14, где асимметричность практически не выражена ($As = -0,03$) и имеется незначительная плосковершинность кривой ($Ex = -0,26$).

Средний таксационный диаметр сосны в Лесной опытной даче на всех пробных площадях превышает 30 см и составляет от 30,3 до 38,0 см. На большинстве рассматриваемых пробных площадях самое тонкое дерево имеет диаметр более 15 см за исключением 4/Н, 4/Е и 4/Д. Среднеквадратическое отклонение диаметров на пробных площадях находится в диапазоне от 4,7 до 9,7 см. Рассчитанные коэффициенты вариации находятся в диапазоне от 15,5 до 28,3 %, что характеризует изменчивость диаметров деревьев как среднюю.

На всех исследуемых постоянных пробных площадях форма распределения существенно отличается от симметричной относительно среднего значения кривой нормального распределения, которая имеет нулевые значения коэффициентов асимметрии и эксцесса.

Таблица 2. Описательные статистики рядов распределения деревьев сосны по диаметру в Лесной опытной даче

№ ППП	<i>mean</i>	<i>qmean</i>	<i>min</i>	<i>max</i>	<i>sd</i>	<i>As</i>	<i>Ex</i>	<i>CV</i>	<i>n</i>
4/А	33,8	34,7	16,7	56,0	7,7	0,23	0,20	22,9	62
4/Б	33,9	34,6	15,9	46,6	6,9	-0,32	-0,32	20,3	67
4/В	32,4	33,0	19,4	45,5	6,5	0,07	-0,86	20,0	58
4/Е	35,5	36,3	11,3	47,8	7,6	-0,70	0,17	21,4	67
4/Д	30,1	31,1	12,1	50,3	7,8	0,25	-0,17	26,0	79
4/Ж	36,4	37,3	18,1	49,0	8,3	-0,35	-0,03	22,8	20
4/К	30,3	30,7	21,5	38,3	4,7	-0,28	-0,55	15,5	24
4/Л	32,8	33,3	22,8	45,0	6,0	0,38	-0,76	18,2	22
4/М	32,2	32,7	22,3	48,1	5,5	0,86	1,65	17,0	26
4/Н	34,2	35,5	8,6	48,7	9,7	-0,60	0,37	28,3	28
4/О	38,0	38,7	20,2	50,6	7,1	-0,44	0,32	18,7	32
4/Р	31,4	32,3	20,7	56,1	7,4	1,15	2,21	23,7	35
4/С	34,8	35,4	18,3	47,2	6,8	-0,16	0,19	19,4	24
4/Т	38,4	39,6	22,5	56,1	9,6	0,28	-0,14	25,1	17
4/У	37,3	37,9	23,4	51,7	6,6	0,16	0,68	17,6	18
4/Ф	35,5	36,5	22,0	49,5	8,5	0,29	-1,23	24,1	17

Таким образом, в сосновых древостоях Лесной опытной дачи под действием внешних факторов происходит трансформация рядов распределения в сторону асимметричных и эксцессивных кривых (Лежнев, Лебедев, 2023а).

Таблица 3. Описательные статистики рядов распределения деревьев сосны по диаметру в «Лосином острове»

№ ППП	<i>mean</i>	<i>qmean</i>	<i>min</i>	<i>max</i>	<i>sd</i>	<i>As</i>	<i>Ex</i>	<i>CV</i>	<i>n</i>
ППП-3	31,0	31,7	17,0	49,9	6,8	0,41	0,02	21,8	126
ППП-5	21,8	22,8	18,3	48,2	6,8	0,21	-0,57	31,4	100
ППП-11	24,8	25,7	15,4	54,4	6,6	0,07	0,27	26,6	120
ППП-14	34,1	34,8	14,2	44,1	7,1	-0,73	0,11	20,8	38
ППП-35	43,0	43,8	30,1	68,2	8,2	0,13	0,27	19,1	44
ППП-38	58,5	59,2	28,0	76,4	9,3	0,01	1,31	15,8	38
ППП-45	45,8	46,4	20,1	48,2	7,4	-0,20	-0,50	16,2	29
ППП-53	25,8	26,3	18,0	38,6	5,0	0,73	0,29	19,5	29
ППП-54	28,7	29,4	16,3	43,5	6,1	0,20	-0,28	21,1	77
ППП-55	47,0	47,5	31,6	60,1	7,0	-0,01	-0,01	14,9	23

На постоянных пробных площадях в национальном парке «Лосиный остров» древостои имеют более низкие значения среднего таксационного диаметра – от 22,8 до 59,2 см. На пробных площадях с наибольшим средним диаметром наблюдаются бóльшие значения минимальных и максимальных диаметров. Например, на ППП-5 (среднеквадратический диаметр 22,8 см) минимальное значение составило 18,3 см, максимальное – 48,2 см, а на ППП-38 (среднеквадратический диаметр 59,2 см) минимальное значение – 28,0 см, максимальное – 76,4 см.

По сравнению с пробными площадями в СОЛ ИЛАН РАН ряды распределения диаметров стволов характеризуются меньшими среднеквадратическими отклонениями (от 5,0 до 9,3 см). На пробных площадях в национальном парке «Лосиный остров» в меньшей степени выражена скошенность (коэффициент асимметрии от - 0,73 до 0,73) и выпуклость/вогнутость (коэффициент эксцесса от - 0,57 до 1,31) кривых распределения. Только на ППП-55 по коэффициентам асимметрии и эксцесса ряд распределения приближен к кривой нормального распределения ($As = -0,01$, $Ex = -0,01$). Изменчивость диаметров деревьев сосны на пробных площадях составляет от 14,9 до 31,4 % (Лежнев, 2023а).

Таблица 4. Описательные статистики рядов распределения деревьев сосны по диаметру в Московском учебно-опытном лесничестве

№ ППП	<i>mean</i>	<i>qmean</i>	<i>min</i>	<i>max</i>	<i>sd</i>	<i>As</i>	<i>Ex</i>	<i>CV</i>	<i>n</i>
ППП-1	32,1	32,8	16,2	54,6	6,5	0,18	0,08	20,3	163
ППП-2	33,5	34,3	18,8	53,5	7,2	0,09	-0,40	21,4	149
ППП-3	34,4	35,1	14,3	55,1	7,1	0,22	0,19	20,7	246
ППП-4	30,2	30,9	14,6	50,6	6,2	0,15	-0,29	20,7	311
ППП-5	31,3	31,9	17,9	52,5	6,2	0,24	-0,04	19,8	270
ППП-6	31,5	32,1	18,3	52,4	6,1	0,49	0,29	19,5	343
ППП-131	30,3	30,9	11,2	39,8	6,2	0,29	0,37	20,4	72
ППП-137	42,5	42,9	14,8	42,5	6,4	0,15	-0,53	15,2	105
ППП-138	34,6	35,2	9,1	43,8	6,3	0,05	0,38	18,3	88
ППП-139	31,1	31,7	11,2	39,8	6,6	0,29	-0,80	21,1	88

Средний таксационный диаметр сосны в МУОЛ составляет от 30,2 до 42,5 см. На большинстве рассматриваемых пробных площадях самое тонкое дерево имеет диаметр не более 17 см за исключением ППП-2, ППП-5 и ППП-6, где минимальный диаметр сосны варьирует от 17,9 до 18,8 см.

Среднеквадратическое отклонение диаметров на пробных площадях находится в диапазоне от 6,2 до 7,2 см. Значения коэффициентов асимметрии и эксцесса свидетельствуют, что ряды распределения по форме резко отличаются от кривой нормального распределения, за исключением только ППП-2 ($As = 0,09$) и ППП-138 ($As = 0,05$), где асимметричность практически не выражена. Изменчивость диаметров деревьев сосны на всех пробных площадях в МУОЛ составляет от 15,2 до 21,4 %.

Вывод по разделу

«По результатам исследования отмечается, что сосновые насаждения отличаются достаточно высокой долговечностью в условиях Московского региона. Они способны сохранять устойчивость в возрасте более 200 лет (ППП-1 в СОЛ ИЛАН РАН). Таким образом сосновые насаждения в сложных типах леса, являются одними из наиболее предпочтительных вариантов формируемых насаждений» (Лежнев, 2023а).

Отмеченные тенденции смены видов на рассматриваемых постоянных пробных площадях в «Лосином острове» обусловлены типом ландшафта. В пределах Лосиноостровской водно-ледниковой равнины под пологом соснового древостоя активно формируется второй ярус из широколиственных пород (липа, клен, дуб и вяз), а в пределах Мытищинской водно-ледниковой равнины сменяется елью с незначительной примесью березы и клена.

Сосновые насаждения в данных условиях даже при создании монокультур сосны к III классу возраста (60 лет) начинают формироваться как древостой с мультипородным составом. К возрасту спелости строение древостоев носит ярко выраженное многовершинное распределение, сформированное разными породами и имеющими зачастую разновозрастную структуру. Типы леса, относящиеся в условиях Московского региона к сложным, подходят для создания и формирования сосновых насаждений с участием широколиственных видов, в первую очередь, с липой мелколистной, кленом остролистным и дубом черешчатым.

В спелых древостоях, не подверженных антропогенному воздействию, распределение числа деревьев по диаметрам приближается по форме к нормальной кривой, а в дальнейшем в сторону положительно скошенных кривых (Гавриков, 2016; Лебедев, 2022б). На исследуемых постоянных пробных площадях происходит изменение рядов распределения в сторону асимметричных и эксцессивных кривых за счет изменения экологических условий, в том числе вызванных рекреационным воздействием и урбанизацией, обусловленной развитием индустриализации Москвы (Рысин, 2007).

Кроме того, на большинстве исследуемых участков коэффициент асимметрии больше нуля ($A_s > 0$), следовательно, в насаждениях преобладают более тонкие деревья сосны. Это указывает на верховой отпад деревьев в сосновом элементе леса (Кузьмичев, 2013). В первую очередь в отпад идут крупномерные деревья с вытекающими последствиями для всего фитоценоза (изменение светового и теплового режимов, образование «окон» и т.д.).

4.2. Структура древесно-кустарниковой растительности нижних ярусов

«Одним из важных элементов лесного фитоценоза является древесно-кустарниковая растительность нижних ярусов (подрост и подлесок). Наблюдение за ходом естественного возобновления под пологом древостоев позволяет глубже понять роль подроста в сохранении устойчивости и повышении продуктивности насаждения» (Лежнев, Коротков, 2024).

Кроме сохранения биоразнообразия, подрост и подлесок также может играть важную функциональную роль, регулируя естественные процессы в экосистеме, например, посредством влияния на лесообразовательный процесс (Беляева, Грязькин, Кази, 2012; Gilliam, 2007; George, Bazzaz, 2014; Muller, 2014; Elliott et al., 2015; Thrippleton et al., 2018).

«Подрост и подлесок активно реагируют на изменения в условиях освещенности и интенсивности рекреационного воздействия. В последнее время в центре внимания все чаще оказываются изменения в сообществах нижнего яруса, вызванные изменением климата, наряду с последствиями увеличения инвазионных видов» (Лежнев, Коротков, 2024; Bertrand et al., 2011; Peebles-Spencer et al., 2017).

Древесно-кустарниковая растительность в процессе формирования лесных сообществ создает особую среду, препятствующую проникновению в лес луговых и степных растений. Основными защитными факторами являются: перехват кронами солнечного света, корневая конкуренция, аллопатическое воздействие, специфические свойства лесных почв (Чижов, 2003).

Серебряноборское опытное лесничество

Проведя анализ количественного и качественного состояния нижних ярусов древесно-кустарниковой растительности в сосновых древостоях, стоит отметить, что в подросте хвойные виды (сосна обыкновенная и ель европейская) присутствуют, только на ППП-115 и составляют 22,3 % от общего количества подроста. Сосна обыкновенная имеет среднюю высоту $25,3 \pm 2,7$ см и испытывает недостаток света под пологом насаждения.

Клен остролистный и липа мелколистная встречаются на всех пробных площадях в Серебряноборском опытном лесничестве. В среднем количество клена и липы на ППП составляет 2592 шт./га и 564 шт./га соответственно. Наибольшее количество подроста наблюдается на ППП-14 и составляет 7104 шт./га (табл. 5).

Таблица 5. Данные перечета подроста на постоянных пробных площадях в Серебряноборском опытном лесничестве

№ ППП	Состав древостоя, по ярусам	Возраст сосны, лет	Состав подроста	Густота подроста, шт./га
ОМ-1	10С+Б 7Б1Д1Лп1Олс+Кло	143	6Кло3Лп1Д	936
ППП-1	9С1Б+Лп 9Лп1Б+Кло	214	5Кло4В1Лп	1512
ППП-2	9С1Б 4Лп3ДЗБ	149	10Кло+Лп, Д	1792
ППП-5	9С1Б 8Д2Лп	187	9Кло1Лп	2344
ППП-6	9С1Б 8Д2Лп	141	9Кло1Лп	4952
ППП-8	10С 4ДЗБ3Лп+Кло	155	9Кло1Лп	5224
ППП-9	9С1Б+Лп, Ос 6Б3Д1Кло	158	7Кло3Лп+Д	3272
ППП-14	10С+Лп 8Лп2Б+Кло, Д	144	8Кло2Лп	7104
ППП-115	8С2Б 9Лп1Б	93	6Лп2Кло2С+Е	2544

При анализе распределения подроста по категориям крупности в Серебряноборском лесничестве необходимо отметить, что в подросте преобладает мелкая категория крупности и составляет в среднем 46 %. Средняя категория составляет – 33 %, крупная – 21 % (рис. 33).

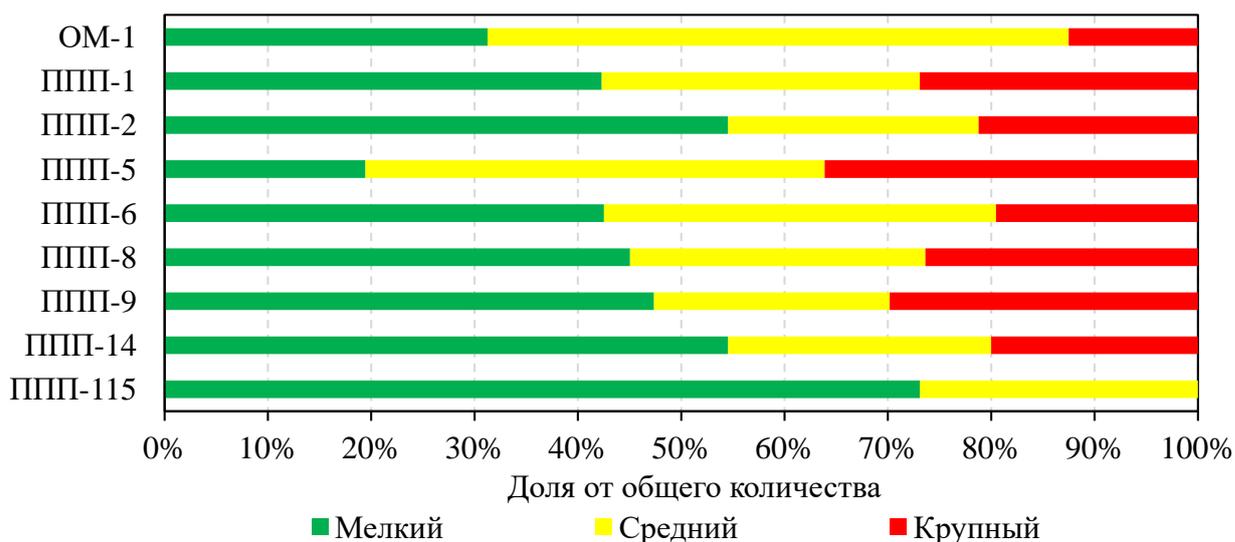


Рисунок 33. Распределение подростка по категориям крупности в Серебряноборском опытном лесничестве

На учетных площадках также учитывали видовой состав, количество и высоту подлесочных пород. Преобладают рябина и лещина, в среднем их количество на ППП составляет 1223 шт./га и 834 шт./га соответственно (табл. 6). Данные виды с высокой вероятностью смогут в последующем конкурировать за присутствие в нижних ярусах древостоя.

Таблица 6. Данные учета подлесочных пород в Серебряноборском опытном лесничестве, шт./га

№ППП	Рябина обыкновенная	Лещина обыкновенная	Бересклет бородавчатый	Черемуха обыкновенная	Жимолость лесная	Ирга круглолистная	Крушина ломкая	Калина обыкновенная	Свидина белая
ОМ-1	808	1376	–	2440	184	224	–	192	128
ППП-1	1384	992	272	264	1120	–	–	–	–
ППП-2	864	1376	192	848	232	–	–	–	–
ППП-5	2728	400	1144	728	–	280	40	–	–
ППП-6	1496	368	1136	–	–	208	–	–	–
ППП-8	264	920	272	224	–	–	–	–	–
ППП-9	592	1320	720	–	–	–	–	–	–
ППП-14	432	752	368	1752	–	872	640	–	–
ППП-115	2440	–	64	1880	–	–	248	120	–

Обильное присутствие подлесочных пород ведет к дополнительному затенению со стороны данных видов под пологом древостоев. В древесно-кустарниковой растительности нижних ярусов сосновых фитоценозов Серебряноборского опытного лесничества насчитывается 15 видов.

Лесная опытная дача

Значительную часть в подросте на исследуемых объектах занимает клен остролистный, за исключением таких ППП как 4/Т (31%) и 4/Р (36%) (табл. 7).

Таблица 7. Данные перечета подроста на постоянных пробных площадях в Лесной опытной даче

№ ППП	Состав древостоя, по ярусам	Возраст сосны, лет	Состав подроста	Густота подроста, шт./га
4/А	9С1Б+Лп+Д 10Кло	132	7Кло3Клб+В	5456
4/Б	9С1Лп 6Кло4Лп	132	6Кло4Клб +Лп, Д, В	7520
4/В	8С1Лп1Кло 10Кло	132	6Кло4Клб +Д, Лп	7432
4/Д	9С1Лп 9Кло1С	132	10Кло+Лп, Д	9112
4/Е	9С1Лп 10Кло	133	9Кло1В+Д, Лп	9856
4/Ж	7С3Лп 10Кло	132	7Кло2Клб1Д+В	9136
4/К	7С3Лп 6Лп2В2Кло	132	8Кло2В+Клб	4784
4/Л	8С2Лп 4Лп4В2Кло	133	8Кло2В+Д	3840
4/М	9С1Лп 6Лп3В1Кло	133	6Кло3В1Клб+Лп, Д	4864
4/Н	10С 7Е3В	133	7Кло1В1Клб1Лп+Д	6752
4/О	10С+Е 6Б4В	133	6Кло4Клб+Лп, Д, В	3688
4/Р	7С2Лп1Е+Д 5Лп3Кло1Е1В	132	6Д4Кло+В, Лп	16720
4/С	10С+Лп+Е 8Е2В	134	6Кло4В+Д, Клб	6112
4/Т	6С2Е2Лп 6Е4В	134	4В3Кло3Клб+Д, Лп	7712
4/У	7С2Лп1Е 8Е2В	134	8Кло1В1Д+Лп	4872
4/Ф	9С1Е 6Е4В	133	10Кло+Д	5424

«В переводе на крупный подрост количество клена остролистного на исследуемых пробных площадях составляет в среднем – 4645 шт./га, клена белого – 805 шт./га, дуба черешчатого – 770 шт./га, вяза гладкого – 762 шт./га и липы мелколистной – 98 шт./га» (Лежнев, 2024).

При анализе распределения подростка по категориям крупности в Лесной опытной даче необходимо отметить, что на ППП преобладает мелкий подрост – 77 % (рис. 34). Доля среднего и крупного подростка составляет 12 % и 11 % соответственно, что свидетельствует о достаточно значительном проценте отпада подростка. Общая встречаемость подростка на исследуемых участках следующая: клен остролистный – 100 %; дуб черешчатый и вяз гладкий – 75 %; липа мелколистная и клен белый (*Acer pseudoplatanus* L.) – 63 %.

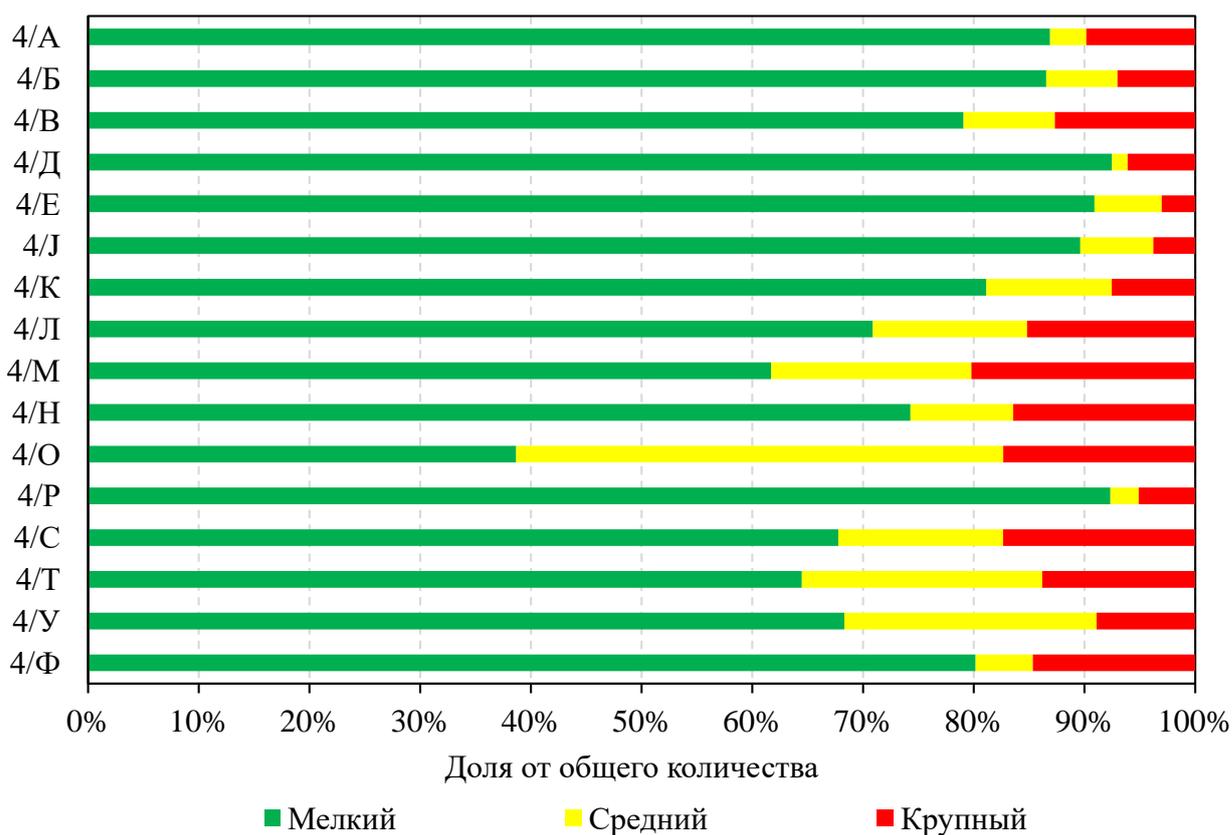


Рисунок 34. Распределение подростка по категориям крупности в Лесной опытной даче

Количество подлесочных видов в среднем на ППП следующее: рябина (657 шт./га), лещина (412 шт./га), черемуха (280 шт./га), крушина (182 шт./га) и жимолость (146 шт./га) (табл. 8).

Таблица 8. Данные учета подлесочных пород на постоянных пробных площадях в Лесной опытной даче, шт./га

№ ППП	Рябина обыкновенная	Лещина обыкновенная	Черемуха обыкновенная	Крушина ломкая	Жимолость лесная
4/А	2480	480	480	–	–
4/Б	–	640	2000	–	–
4/В	1040	–	1280	–	–
4/Д	160	960	–	–	–
4/Е	80	240	–	248	–
4/И	720	1040	–	–	–
4/К	480	160	960	–	320
4/Л	560	240	960	320	–
4/М	640	–	560	240	–
4/Н	720	640	80	880	840
4/О	2080	976	80	870	880
4/Р	160	320	–	–	–
4/С	1840	–	–	–	–
4/Т	560	160	–	–	–
4/У	160	240	–	–	–
4/Ф	–	800	–	–	–

«В подлеске преобладает рябина и составляет в среднем 39 % от общего количества, также значительно представлены лещина – 23 % и черемуха – 22 %, крушина и жимолость – 9 % и 7 % соответственно. Общая встречаемость подлесочных пород на пробных площадях следующая: рябина – 88 %; лещина – 81 %; черемуха – 50 %; крушина – 38 % и реже всего встречается жимолость – 19 %. Всего в древесно-кустарниковой растительности нижних ярусов сосновых фитоценозов Лесной опытной дачи отмечено 10 видов» (Лежнев, 2024).

Национальный парк «Лосиный остров»

«В сосновых насаждениях национального парка «Лосиный остров» со вторым ярусом из широколиственных видов и густым подлеском нет жизнеспособного соснового подростка» (Лежнев, Шухин, Дубей, 2021; Лежнев, Коротков, 2024). В подросте «Лосиного острова» доминирует клен остролистный, в среднем его количество составляет 3698 шт./га (табл. 9). Стоит отметить, что данный вид часто встречается в лесах Московского региона в составе возобновления, но древостои образует очень редко.

Таблица 9. Данные перечета подроста на пробных площадях в национальном парке «Лосиный остров»

№ ППП	Состав древостоя, по ярусам	Возраст сосны, лет	Состав подроста	Густота подроста, шт./га
ППП-3	10С+Б 5Лп5Я	72	7Кло1Кля1Лп1В+Д	5600
ППП-5	9С1Б+Лп 8Лп1Д1Е	74	10Кло+Лп, Е	8368
ППП-11	10С+Б 8Лп1Е1В	84	5Кло4В1Лп	1056
ППП-14	6С4Б+Лп 5Кло4Лп1С	87	9Кло1Лп+Д, В	9896
ППП-35	7С2Б1Е 3Лп2Б2Е2В1Л	153	7Кло1Лп1В1Е	880
ППП-38	6С3Е1Б 8Е1В1Кло	163	9В1Кло+Е	13680
ППП-45	4С3Л2Б1В+Барх 6Кло2Лп1Кля1Барх	88	10Кло+В, Кля	7240
ППП-53	3С5Б1Лп1Д+В 3Б3Кло2Лп1Д1В	73	10Кло+В	2288
ППП-54	5С4Б1Д+Лп 5Кло3Лп2Д	71	8Кло1Д1В	5504
ППП-55	5Б4С1Лп 7Лп3Д	148	7Кло3Лп	1208

Проанализировано распределение подроста по категориям крупности и выражено в доле от общего количества в национальном парке «Лосиный остров». На исследуемых пробных площадях доля мелкого подроста составила 43 %; среднего – 40 %; крупного – 17 % (рис. 35).

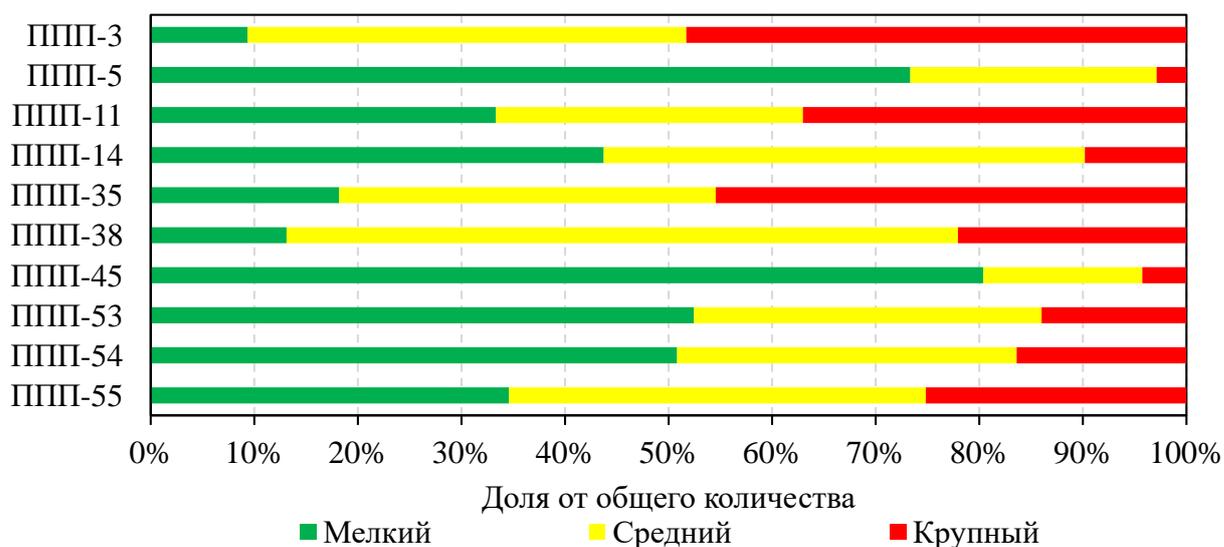


Рисунок 35. Распределение подроста по категориям крупности в национальном парке «Лосиный остров»

«Подлесочные виды обильно представлены на всех исследуемых участках в национальном парке «Лосиный остров», соответственно, происходит дополнительное затенение подроста» (Лежнев, Коротков, 2024). Среди подлеска стоит отметить рябину 1143 шт./га и лещину 548 шт./га, которые отмечены на большинстве ППП и занимают господствующее положение (табл. 10).

Таблица 10. Данные учета подлесочных пород на пробных площадях в национальном парке «Лосиный остров», шт./га

№ ППП	Рябина обыкновенная	Лещина обыкновенная	Жимолость лесная	Черемуха обыкновенная	Крушина ломкая	Бересклет бородавчатый
ППП-3	3096	160	640	–	80	–
ППП-5	1536	464	–	192	480	40
ППП-11	752	128	–	–	–	64
ППП-14	736	576	–	656	–	120
ППП-35	3072	976	1872	128	992	–
ППП-38	1010	240	872	–	–	–
ППП-45	–	736	–	1320	–	192
ППП-53	520	1152	–	752	64	240
ППП-54	–	320	–	104	–	–
ППП-55	720	728	–	440	–	–

В нижних ярусах сосновых фитоценозов национального парка «Лосиный остров» отмечено 12 видов древесно-кустарниковой растительности.

Московское учебно-опытное лесничество

«Преобладающий вид в подросте исследуемых фитоценозов Московского учебно-опытного лесничества ель (от 144 до 1104 шт./га в переводе на крупный). Также на пробных площадях естественное возобновление представлено дубом, кленом, березой и осинкой (табл. 11). За последние три года среднегодовой прирост ели не превышал 5 см, что свидетельствует о значительном недостатке света под пологом. Существенное влияние на величину прироста подроста оказывает полнота древостоя» (Коротков, Лежнев, 2024).

Таблица 11. Данные перечета подроста на пробных площадях в Московском учебно-опытном лесничестве

№ ППП	Состав древостоя, по ярусам	Возраст сосны, лет	Состав подроста	Густота подроста, шт./га
ППП-1	6С3Б1Е+Ос 10Е+Д	70	4Е3Д2Ос1Б+Кло	800
ППП-2	5С3Б2Е 7Е3Б+Д	70	5Е3Д2Кло	1704
ППП-3	7С2Е1Б 8Е2Б+Д	70	6Е3Д1Кло	1856
ППП-4	7С2Б1Е 10Е+Лп	70	6Кло4Е+Б	824
ППП-5	8С2Б+Е 10Е+Д	70	5Д3Е1Б1Ос	912
ППП-6	8С1Е1Б+Ос 10Е+Д	70	6Д4Е	1408
ППП-131	5С5Б 6Е4Лп+Д	88	10Лп+Е, Кло	5280
ППП-137	8С1Б1Л+Лп 4Е4Лп1Д1Б	71	5Кло3Лп2Е	896
ППП-138	8С1Б1Кло 9Кло1Лп+Б	65	9Кло1Е+Б, Д	10872
ППП-139	9С1Лп+Л 9Лп1Д+Л	69	8Лп2Е+Д	4472

«При анализе распределения подроста по категориям крупности в Московском учебно-опытном лесничестве необходимо отметить (рис. 36), что на ППП преобладает мелкая (53 %) и средняя (31 %) категория крупности. Долевое участие крупного подроста составляет только 16 %» (Лежнев, Коротков, 2024).

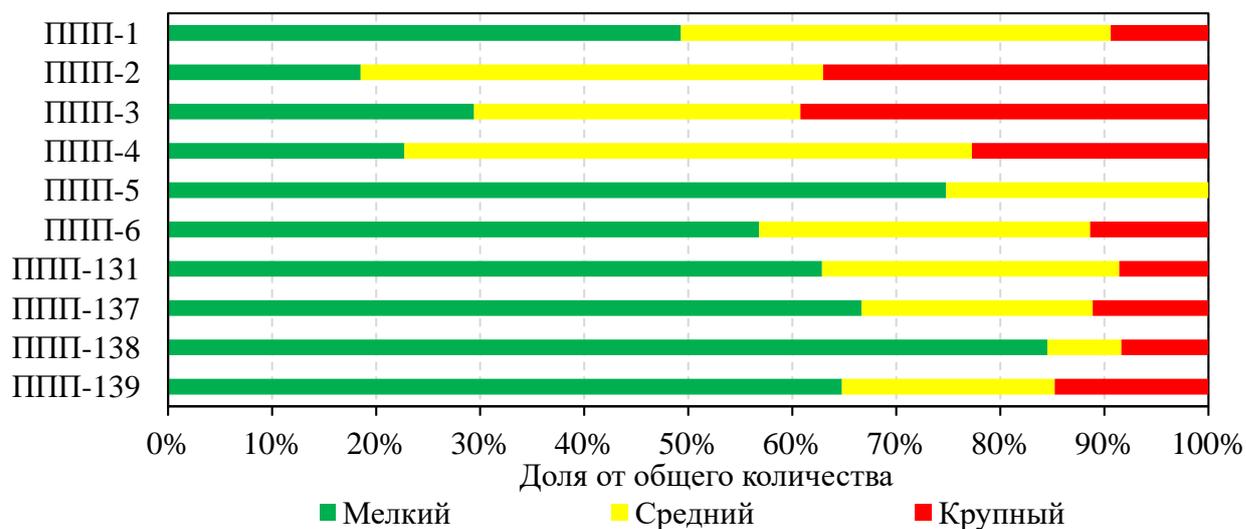


Рисунок 36. Распределение подроста по категориям крупности в Московском учебно-опытном лесничестве

«В случае сохранения сомкнутости верхнего полога возможно предположить, что учтённый подрост ели европейской к данному моменту не сможет в последующем массово выйти в основной ярус древостоя» (Лежнев, Коротков, 2024).

В Московском учебно-опытном лесничестве в подлеске также отмечено преобладание рябины (1194 шт./га) и лещины (640 шт./га). Также на ППП встречаются калина, черемуха, крушина и ива (табл. 12). Подлесочные виды обильно представлены на всех исследуемых участках. Происходит дополнительное затенение подроста со стороны подлеска.

Таблица 12. Данные учета подлесочных пород на пробных площадях в Московском учебно-опытном лесничестве, шт./га

№ ППП	Рябина обыкновенная	Лещина обыкновенная	Калина обыкновенная	Черемуха обыкновенная	Крушина ломкая	Ива козья
ППП-1	1296	42	336	–	–	204
ППП-2	584	552	432	–	–	–
ППП-3	1168	472	744	–	–	–
ППП-4	1024	1464	576	104	–	–
ППП-5	640	592	304	–	–	40
ППП-6	1424	–	344	–	–	–
ППП-131	4640	1040	–	–	–	–
ППП-137	128	528	288	64	128	–
ППП-138	1272	990	504	376	168	–
ППП-139	904	728	–	3448	–	–

«Ель встречается в подросте на большинстве объектов исследования, однако её количество незначительное и средняя высота не превышает 1,5 м. Это свидетельствует, что на данном этапе полнота древостоя препятствует в обозримом будущем выходу во второй ярус этой генерации елового подроста» (Лежнев, Коротков, 2024).

Дополнительно для всех видов древесно-кустарниковой растительности в нижних ярусах исследуемых фитоценозов рассчитана средняя высота и стандартная ошибка (табл. 13).

Таблица 13. Средние высоты подроста и подлеска на исследуемых объектах

Объект Вид	Серебряноборское опытное лесничество	Лесная опытная дача РГАУ-МСХА	НП «Лосиный остров»	Московское учебно-опытное лесничество
	Высота, см			
	Подрост			
Сосна обыкновенная	25,3 ± 2,7	–	–	–
Ель европейская	92,5 ± 27,5	–	124,8 ± 10,7	70,3 ± 6,3
Клен остролистный	105,7 ± 8,2	49,9 ± 2,7	56,2 ± 2,6	24,7 ± 2,6
Липа мелколистная	72,1 ± 7,5	41,4 ± 5,8	154,5 ± 16,7	48,7 ± 3,8
Дуб черешчатый	32,3 ± 9,3	14,8 ± 0,2	73,7 ± 14,3	55,0 ± 5,7
Вяз гладкий	197,0 ± 27,9	103,2 ± 6,1	–	–
Вяз шершавый	–	–	30,4 ± 4,8	–
Осина	–	–	–	48,4 ± 6,0
Береза повислая	–	–	–	68,1 ± 15,3
Клен белый	–	74,7 ± 5,7	–	–
Клен ясенелистный	–	–	216,2 ± 41,4	–
	Подлесок			
Рябина обыкновенная	152,9 ± 11,8	59,2 ± 4,7	68,4 ± 6,9	115,4 ± 6,9
Лещина обыкновенная	195,5 ± 18,8	132,5 ± 13,4	163,1 ± 17,4	105,4 ± 9,6
Черемуха обыкновенная	108,7 ± 6,7	72,6 ± 6,6	86,4 ± 6,2	62,8 ± 3,1
Крушина ломкая	120,0 ± 26,3	102,7 ± 8,4	92,6 ± 7,5	57,2 ± 7,0
Жимолость лесная	71,9 ± 5,6	122,3 ± 14,1	75,2 ± 7,0	–
Ива козья	–	–	129,0 ± 3,1	123,8 ± 20,6
Калина обыкновенная	71,7 ± 4,4	–	–	62,3 ± 11,3
Свидина белая	95,0 ± 25,0	–	144,7 ± 16,3	–
Ирга круглолистная	157,1 ± 36,1	–	–	–
Бересклет бородавчатый	84,8 ± 7,7	–	56,9 ± 6,4	–

На всех объектах исследования в Московском регионе в подросте присутствуют широколиственные виды: клен остролистный, липа мелколистная и дуб черешчатый. Это может рассматриваться как один из признаков процесса неморализации. Среди подлесочных видов на всех объектах встречаются: рябина, лещина, черемуха и крушина. Средняя высота лещины на всех участках превышает 1 м, что оказывает дополнительное влияние на естественное возобновление лесообразующих пород.

Вывод по разделу

Установлено, что хвойным видам затруднительно сформировать конкурентоспособный подрост, так как наблюдается значительное влияние со стороны древесно-кустарниковой растительности в нижних ярусах фитоценозов. Вместе с тем необходимо отметить «протекающую сукцессионную смену сосновых фитоценозов на широколиственные, реже еловые. Это впоследствии может привести к формированию в Московском регионе насаждений видового состава и структуры, кардинальным образом отличающихся от существующих в настоящее время» (Лежнев, Коротков, 2024).

Сосновый подрост под пологом леса испытывает недостаток солнечного света, так как в сомкнутых сосновых фитоценозах освещенность составляет 20–40 % от полной инсоляции (Алексеев, 1975). Это свидетельствует о достаточно большом проценте отпада подроста под воздействием внешне- и внутриценотических факторов.

В подлеске стоит отметить рябину и лещину, присутствующие на большинстве ППП и занимающие господствующее положение среди подлесочных видов. «Благоприятное вначале влияние подлеска может при дальнейшем его разрастании оказаться нежелательным. Так часто бывает, например, с лещиной которая в условиях Московского региона при разрастании заглушает подрост основных лесообразующих пород» (Полякова, Меланхолин, 2019; Лежнев, Коротков, 2024). Анализ состава подроста и подлеска показал, что набор древесно-кустарниковой растительности в сосновых фитоценозах Московского региона насчитывает 21 вид.

4.3. Структура травяно-кустарничкового яруса

В связи с интенсивным воздействием Московской городской агломерации на сосновые фитоценозы «особое значение приобретает изучение видового состава и структуры живого напочвенного покрова. Одним из основных компонентов лесных экосистем и важным источником многообразия растительного покрова является живой напочвенный покров» (Уфимцев, Стрельникова, Куприянов, 2018; Лежнев, Меняева, 2023).

Фитоценотическая роль живого напочвенного покрова в лесных экосистемах очень существенна. Принимая участие в биологическом круговороте веществ, он аккумулирует в собственной фитомассе значительную долю влаги и элементов минерального питания (Чижов, 2003).

Флористический состав, структура, количественные и качественные показатели, которого используется в качестве одного из диагностических показателей влияния ряда факторов на лесные фитоценозы. Соотношение экологических групп травянистого яруса могут использоваться для определения состояния лесных фитоценозов (Дубенок и др., 2023; Коновалова, Коновалов, 2023).

Живой напочвенный покров является наиболее мобильной составляющей лесного фитоценоза, быстро реагируя на изменение локальных экологических условий, в том числе антропогенное воздействие. В городах флористические и эколого-ценотические особенности живого напочвенного покрова служат индикатором степени рекреационного воздействия (Кузнецов и др., 2015; Беляева, Кузнецов, Григорьева, 2015; Коротков, Ухов, 2021).

«При анализе флористического состава в экологических исследованиях для решения задач оценки экосистемного и структурного разнообразия растительного покрова используют распределение травянистого яруса по эколого-ценотическим группам (Заугольнова, Ханина, 1996; Смирнова и др., 2004).

В сосновых фитоценозах на постоянных пробных площадях в ходе исследования зарегистрировано 108 видов сосудистых растений в живом напочвенном покрове, которые относятся к 79 родам из 36 семейств» (Лежнев, Меняева, 2024).

Флористическое и структурное разнообразие травяно-кустарничкового яруса сосновых фитоценозов Московского региона рассмотрим на примере четырех объектов исследования.

Серебряноборское опытное лесничество

В ходе исследований в сосновых фитоценозах Серебряноборского опытного лесничества Института лесоведения РАН зарегистрировано 58 видов сосудистых растений, относящихся к 46 родам и 29 семействам. Наиболее представленные семейства от общего числа видов: *Poaceae* 10,3 %, *Caryophyllaceae*, *Convallariaceae*, *Dryopteridaceae* и *Rosaceae* по 6,9 % (табл. 14).

Таблица 14. Таксономическое разнообразие живого напочвенного покрова в Серебряноборском опытном лесничестве Института лесоведения РАН

№	Семейство	Число родов	Число видов	Доля от общего числа видов, %
1	<i>Poaceae</i>	6	6	10,3
2	<i>Caryophyllaceae</i>	3	4	6,9
3	<i>Convallariaceae</i>	3	4	6,9
4	<i>Dryopteridaceae</i>	2	4	6,9
5	<i>Rosaceae</i>	3	4	6,9
6	<i>Asteraceae</i>	2	3	5,2
7	<i>Cyperaceae</i>	1	3	5,2
8	<i>Lamiaceae</i>	3	3	5,2
9	<i>Ranunculaceae</i>	2	3	5,2
10	<i>Brassicaceae</i>	2	2	3,4
11	<i>Ericaceae</i>	1	2	3,4
12	<i>Rubiaceae</i>	1	2	3,4
13	<i>Violaceae</i>	1	2	3,4
14	<i>Apiaceae</i>	1	1	1,7
15	<i>Aristolochiaceae</i>	1	1	1,7
16	<i>Athyriaceae</i>	1	1	1,7
17	<i>Balsaminaceae</i>	1	1	1,7
18	<i>Boraginaceae</i>	1	1	1,7
19	<i>Campanulaceae</i>	1	1	1,7
20	<i>Euphorbiaceae</i>	1	1	1,7

№	Семейство	Число родов	Число видов	Доля от общего числа видов, %
21	<i>Fabaceae</i>	1	1	1,7
22	<i>Geraniaceae</i>	1	1	1,7
23	<i>Hypolepidaceae</i>	1	1	1,7
24	<i>Oxalidaceae</i>	1	1	1,7
25	<i>Papaveraceae</i>	1	1	1,7
26	<i>Paris</i>	1	1	1,7
27	<i>Primulaceae</i>	1	1	1,7
28	<i>Scrophulariaceae</i>	1	1	1,7
29	<i>Urticaceae</i>	1	1	1,7
	Итого	46	58	100

В старовозрастных сосновых фитоценозах СОЛ ИЛАН РАН суммарно как по числу видов, так и по доле участия доминируют виды неморальной группы (рис. 37).

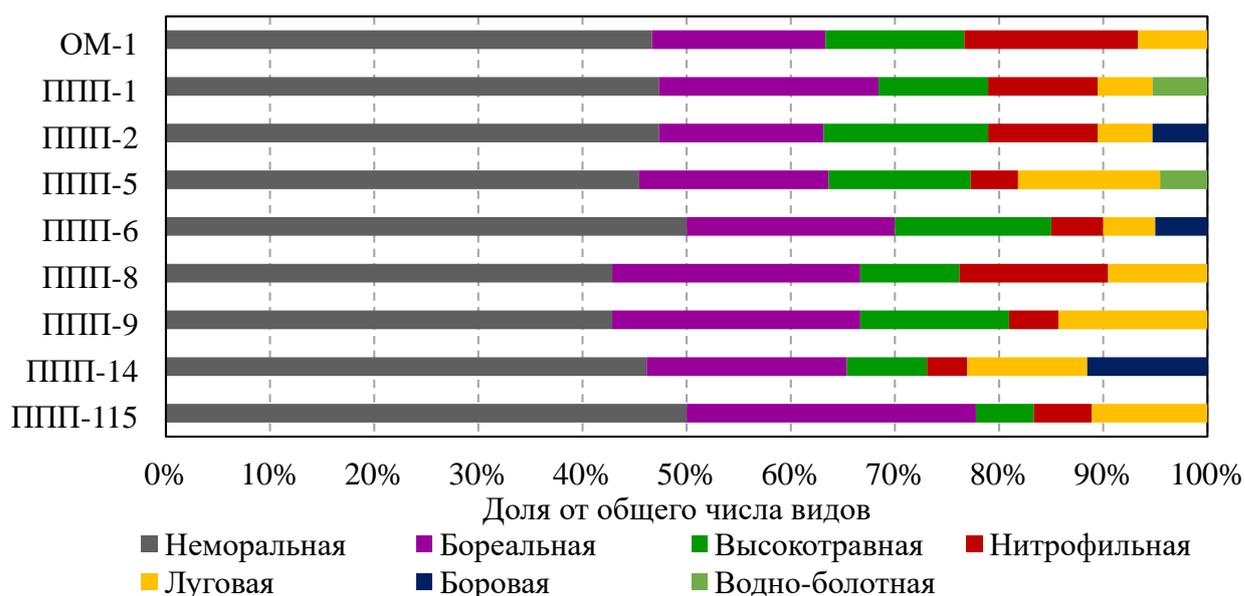


Рисунок 37. Распределение живого напочвенного покрова на эколого-ценотические группы в Серебряноборском опытном лесничестве Института лесоведения РАН

Бореальная эколого-ценотическая группа представлена незначительным числом видов, но по доле проективного покрытия занимает около 30 %, а боровая встречается редко с незначительным проективным покрытием.

Среди видов, встречающихся на большинстве ППП с высокой долей проективного покрытия, представлены виды неморальной и бореальной групп, а также *Impatiens parviflora* DC. Этот адвентивный вид обладает значительной проекцией листьев, которая усиливает почвенное затенение

и аллелопатическими свойствами, оказывая таким образом отрицательное влияние не только на аборигенные лесные виды, но и на состояние подроста (Прохоров, 2018).

Среди основных доминантов ведущая роль принадлежит виду бореального мелкотравья – *Oxalis acetosella* L., которая отмечена на всех ППП с высоким проективным покрытием (Глазунов и др., 2024). Прочие виды этой группы не встречаются, за исключением *Maianthemum bifolium* (L.) F.W. Schmidt, который с незначительным обилием зарегистрирован только на четырех участках: ОМ-1 и ППП-1, 2, 8.

Хотя для пригородных лесов отмечается увеличение доли нитрофильных видов (Татарников, 2023), что связывают с увеличением обеспеченности почвенным азотом за счет эмиссии выхлопных газов, на ППП их доля невелика и составляет около 7 %.

Высокая доля сорных видов (и одновременно – однолетников, что нехарактерно для старовозрастных лесов) складывается в основном благодаря активной экспансии чужеродной *Impatiens parviflora* DC.

Видовое разнообразие травянистого яруса на ППП в сосновых фитоценозах в СОЛ ИЛАН РАН варьирует от 18 до 30 видов. Проективное покрытие на исследуемых участках: ОМ-1 – 80%; ППП-1 – 90%, ППП-2 – 75%; ППП-5 – 85%; ППП-6 – 90%; ППП-8 – 75%; ППП-9 – 80%; ППП-14 – 85%; ППП-115 – 70%, в среднем составляет 81 %. Проективное покрытие в Серебряноборском опытном лесничестве выше, чем на других объектах исследования.

Лесная опытная дача РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева

В сосновых фитоценозах Лесной опытной дачи травяно-кустарничковый ярус представлен 13 видами сосудистых растений, которые относятся к 13 родам из 11 семейств. Наиболее представленные семейства: *Lamiaceae* и *Rosaceae* по 15,4 %, остальные семейства занимают по 7,7 % (табл. 15).

Таблица 15. Таксономическое разнообразие живого напочвенного покрова в Лесной опытной даче РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева

№	Семейство	Число родов	Число видов	Доля от общего числа видов, %
1	<i>Lamiaceae</i>	2	2	15,4
2	<i>Rosaceae</i>	2	2	15,4
3	<i>Apiaceae</i>	1	1	7,7
4	<i>Aristolochiaceae</i>	1	1	7,7
5	<i>Athyriaceae</i>	1	1	7,7
6	<i>Balsaminaceae</i>	1	1	7,7
7	<i>Cyperaceae</i>	1	1	7,7
8	<i>Oxalidaceae</i>	1	1	7,7
9	<i>Papaveraceae</i>	1	1	7,7
10	<i>Trilliaceae</i>	1	1	7,7
11	<i>Urticaceae</i>	1	1	7,7
Итого		13	13	100

Количество видов травянистого яруса в сосновых фитоценозах Лесной опытной дачи составляет от 6 до 10. Среди доминирующих видов отмечены *Oxalis acetosella* L., *Carex pilosa* Scop. и *Impatiens noli-tangere* L.

Определено общее проективное покрытие для каждой ППП: 4/А – 30 %, 4/Б – 60 %, 4/В – 50 %, 4/Е – 40 %, 4/Д – 50 %, 4/Ж – 20 %, 4/К – 60 %, 4/Л – 50 %, 4/М – 60 %, 4/Н – 70 %, 4/О – 80 %, 4/Р – 30 %, 4/С – 40 %, 4/Т – 50 %, 4/У – 80 %, 4/Ф – 70 %. «В сосновых фитоценозах Лесной опытной дачи проективное покрытие в среднем составляет 51 %, что указывает на высокую антропогенную нарушенность растительного покрова.

Проанализирована структура живого напочвенного покрова по эколого-ценотическим группам в Лесной опытной даче (рис. 38). Значительную часть занимают представители неморальной группы» (Лежнев, 2023б).

На всех ППП отмечается присутствие представителей неморальной, высокотравной и нитрофильной эколого-ценотических групп, а бореальная группа также присутствует на всех ППП, кроме 4/Е.

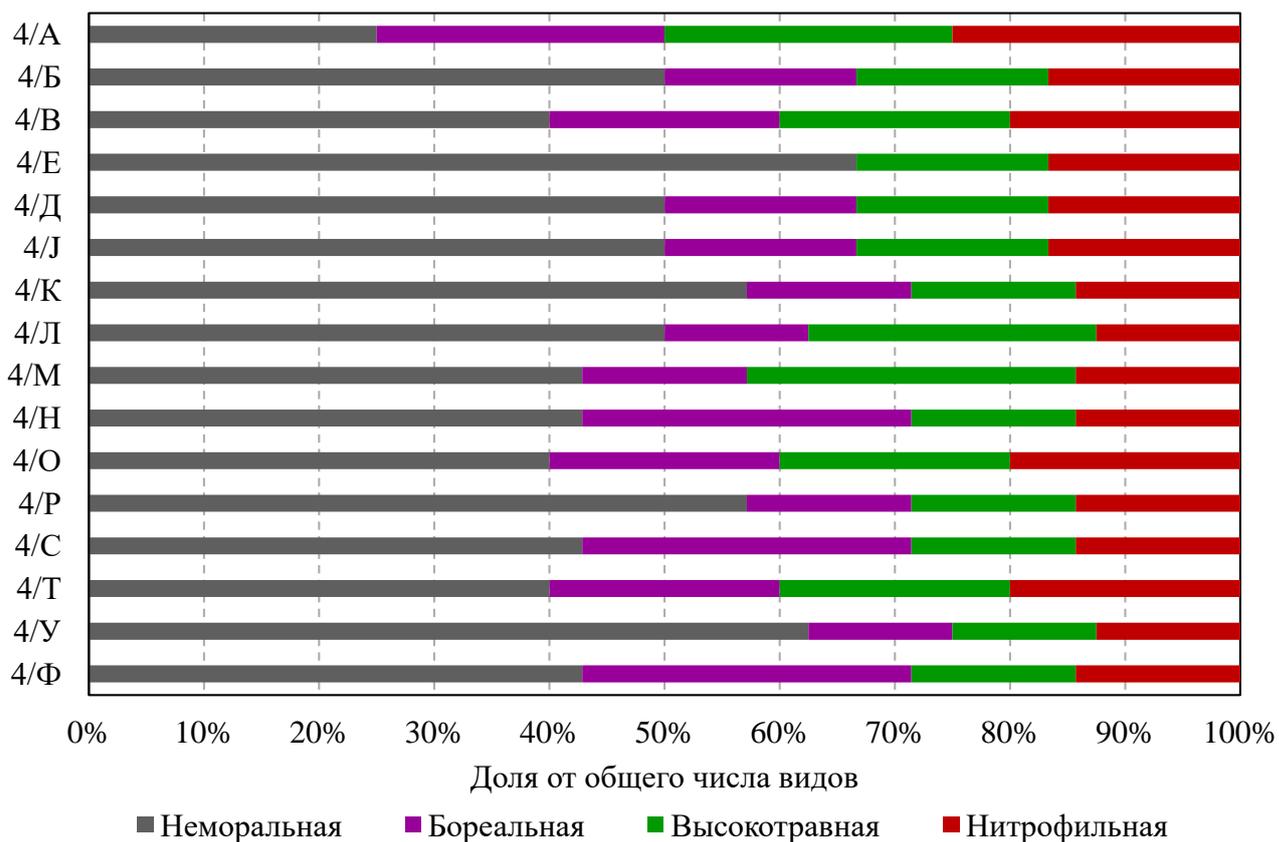


Рисунок 38. Распределение живого напочвенного покрова на эколого-ценотические группы в Лесной опытной даче

На постоянных пробных площадях: 4/Л, 4/М, 4/Н, 4/О, 4/Р, 4/С, 4/Т и 4/У доминирует *Oxalis acetosella* L. проективное покрытие, которой варьирует от 45 до 80 %. На ППП: 4/В, 4/Д и 4/Е преобладает *Carex pilosa* L. – 70–85 %. На ППП: 4/А, 4/Б, 4/Ф – *Impatiens noli-tangere* L. 40–60 %. На ППП: 4/Ж и 4/К – *Galeobdolon luteum* Huds. с проективным покрытием 50–60 %.

Национальный парк «Лосиный остров»

«В ходе исследований в сосновых фитоценозах национального парка зарегистрирован 51 вид сосудистых растений, относящихся к 44 родам и 28 семействам. Наиболее представленные семейства: *Rosaceae* 11,8 %, *Asteraceae* 9,8 %, *Lamiaceae* и *Ranunculaceae* по 7,8 %, *Balsaminaceae* и *Poaceae* по 5,9 %» (Лежнев, Меняева, 2024). Остальные семейства представлены менее 4 % (табл. 16).

Таблица 16. Таксономическое разнообразие живого напочвенного покрова в национальном парке «Лосиный остров»

№	Семейство	Число родов	Число видов	Доля от общего числа видов, %
1	<i>Rosaceae</i>	4	6	11,8
2	<i>Asteraceae</i>	5	5	9,8
3	<i>Lamiaceae</i>	4	4	7,8
4	<i>Ranunculaceae</i>	3	4	7,8
5	<i>Balsaminaceae</i>	1	3	5,9
6	<i>Poaceae</i>	3	3	5,9
7	<i>Apiaceae</i>	2	2	3,9
8	<i>Compositae</i>	2	2	3,9
9	<i>Cyperaceae</i>	1	2	3,9
10	<i>Dryopteridaceae</i>	1	2	3,9
11	<i>Aristolochiaceae</i>	1	1	2,0
12	<i>Athyriaceae</i>	1	1	7,7
13	<i>Boraginaceae</i>	1	1	2,0
14	<i>Brassicaceae</i>	1	1	2,0
15	<i>Caryophyllaceae</i>	1	1	2,0
16	<i>Convallariaceae</i>	1	1	2,0
17	<i>Equisetaceae</i>	1	1	2,0
18	<i>Hypericaceae</i>	1	1	2,0
19	<i>Orchidaceae</i>	1	1	2,0
20	<i>Oxalidaceae</i>	1	1	2,0
21	<i>Papaveraceae</i>	1	1	2,0
22	<i>Plantaginaceae</i>	1	1	2,0
23	<i>Polygonaceae</i>	1	1	2,0
24	<i>Primulaceae</i>	1	1	2,0
25	<i>Scrophulariaceae</i>	1	1	2,0
26	<i>Trilliaceae</i>	1	1	2,0
27	<i>Urticaceae</i>	1	1	2,0
28	<i>Violaceae</i>	1	1	2,0
Итого		44	51	100

Общее проективное покрытие в «Лосином острове» по шкале Друде: ППП-3 – 70 %; ППП-5 – 80 %, ППП-11 – 60 %; ППП-14 – 60 %; ППП-35 – 90 %; ППП-38 – 80 %; ППП-45 – 90 %; ППП-53 – 70 %, ППП-54 – 85 %; ППП-55 – 75%, в среднем для сосновых фитоценозов проективное покрытие составляет 76 %.

Видовой состав травянистой растительности на каждой пробной площади варьирует от 14 до 25 видов. В подмосковной части национального парка (ППП-11, 14, 35, 38) на всех исследуемых участках встречаются *Oxalis acetosella* L., *Stellaria holostea* L. и *Convallaria majalis* L. Доминирует

Oxalis acetosella L. (cop1-cop2), а также на большинстве ППП субдоминантом выступает *Athyrium filix-femina* (L.) Roth. с общим обилием (cop1).

«На исследуемых участках, расположенных в городской части «Лосинового острова» (ППП-3, 5, 45, 53, 54, 55), отмечается более разнообразный видовой состав напочвенного покрова. На всех исследуемых участках встречается *Aegopodium podagraria* L. Также на ППП отмечается по три вида-доминанта. Среди них представлены: *Alliaria petiolata* (M. Bieb.) Cavara & Grande (cop1), *Stellaria holostea* L. (cop1), *Convallaria majalis* L. (cop1) и *Impatiens noli-tangere* L. (cop1-cop2).

Наличие нескольких видов-доминантов с высоким обилием (cop1 и выше) характеризуют данный ярус как олигодоминантный. В сосновых насаждениях городской части «Лосинового острова» отмечается неморализация. Это обусловлено развитием широколиственных видов во всех ярусах фитоценоза, что значительно изменяет световой режим, условия минерального питания травянистой растительности и приводит к определенным изменениям в составе и структуре травянистой растительности (Киселева, 2015).

Типичный представитель бореальной флоры *Oxalis acetosella* L., практически исчезает из состава живого напочвенного покрова в сосновых фитоценозах городской части национального парка «Лосиный остров». Проективное покрытие *Oxalis acetosella* L. в среднем на ППП составляет менее 15 % (sp), а на ППП-53 отсутствует полностью.

Вместе с тем на объектах исследования в «Лосином острове» зафиксировано 4 адвентивных вида: *Impatiens grandulifera* Royle, *Impatiens parviflora* DC., *Erigeron strigosus* H.L. Muhl. ex Willd. и *Myosotis sylvatica* Ehrh., что в среднем составляет 8% от общего количества произрастающих здесь видов травянистой растительности, такая доля адвентивной флоры указывает на высокую антропогенную нарушенность растительного покрова» (Лежнев, Меняева, 2023).

Проанализировав флористический состав травянистой растительности в национальном парке «Лосиный остров», стоит отметить, преобладание неморальной группы (рис. 39).

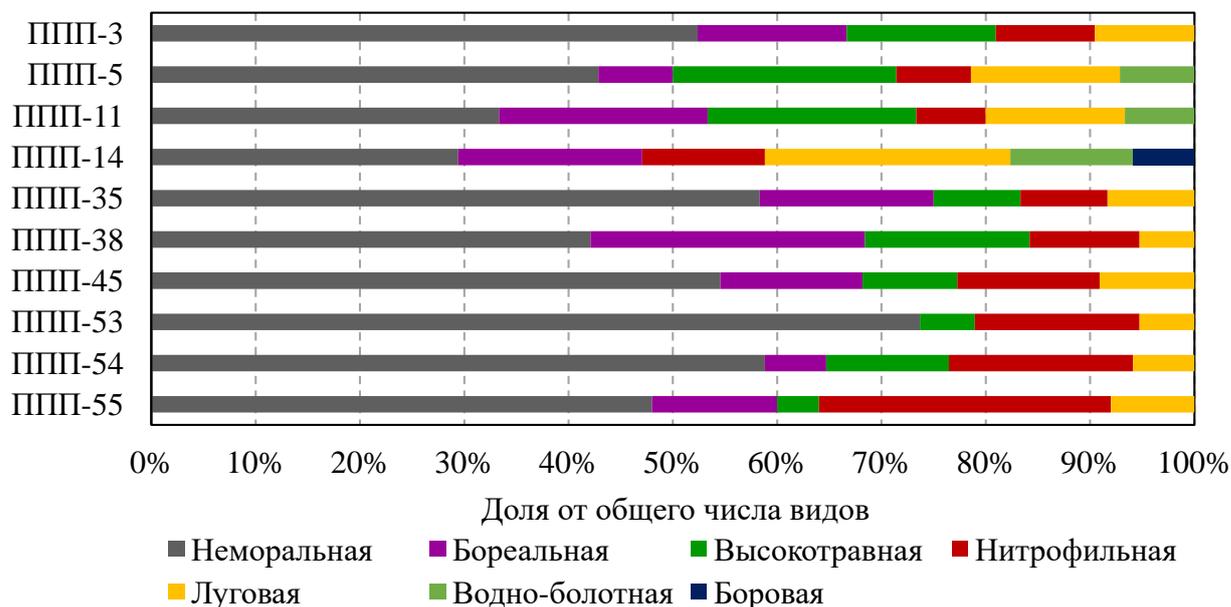


Рисунок 39. Распределение живого напочвенного покрова на эколого-ценотические группы в национальном парке «Лосиный остров»

«Значительную часть на исследуемых участках в «Лосином острове» занимают представители неморальной группы, которая составляет 40,4 %, что свидетельствует о процессе неморализации и в данном ценоэлементе исследуемых фитоценозов. Также представлены группы: бореальная и нитрофильная по 15,4 %, луговая – 13,5 %, высокотравная – 9,6 %, водно-болотная – 3,8 % и боровая – 1,9 %.

Неморальная эколого-ценотическая группа травянистого яруса в сосновых лесах национально парка представлена 21 видом, с наибольшим обилием на ППП представлены: *Aegopodium podagraria* L., *Alliaria petiolata* (M. Bieb.) Cavara & Grande, *Convallaria majalis* L., *Stellaria holostea* L., *Glechoma hederacea* L. и *Ajuga reptans* L.» (Лежнев, Меняева, 2023).

Наиболее разнообразной по количеству ЭЦГ является ППП-14, где отмечена небольшая примесь водно-болотной и боровой групп, что связано с проведением санитарной рубки на данном участке и близким расположением к городской застройке.

Московское учебно-опытное лесничество

В ходе исследований в сосновых фитоценозах Московского учебно-опытного лесничества зарегистрирован 61 вид сосудистых растений, относящихся к 51 роду и 29 семействам. Наиболее представленные семейства от общего числа видов: *Poaceae* 9,9 %, *Rosaceae* и *Lamiaceae* по 8,2 %, *Asteraceae* и *Scrophulariaceae* по 6,6 %. Остальные семейства представлены менее 5 % (табл. 17).

Таблица 17. Таксономическое разнообразие живого напочвенного покрова в Московском учебно-опытном лесничестве

№	Семейство	Количество родов	Количество видов	Доля от общего числа видов, %
1	<i>Poaceae</i>	4	6	9,9
2	<i>Rosaceae</i>	4	5	8,2
3	<i>Lamiaceae</i>	5	5	8,2
4	<i>Asteraceae</i>	4	4	6,6
5	<i>Scrophulariaceae</i>	2	4	6,6
6	<i>Apiaceae</i>	3	3	4,9
7	<i>Cyperaceae</i>	2	3	4,9
8	<i>Violaceae</i>	1	3	4,9
9	<i>Ericaceae</i>	1	2	3,3
10	<i>Ranunculaceae</i>	2	2	3,3
11	<i>Rubiaceae</i>	1	2	3,3
12	<i>Primulaceae</i>	2	2	3,3
13	<i>Juncaceae</i>	2	2	3,3
14	<i>Asparagaceae</i>	2	2	3,3
15	<i>Dryopteridaceae</i>	2	2	3,3
16	<i>Balsaminaceae</i>	1	1	1,6
17	<i>Caryophyllaceae</i>	1	1	1,6
18	<i>Polygonaceae</i>	1	1	1,6
19	<i>Pyrolaceae</i>	1	1	1,6
20	<i>Hypericaceae</i>	1	1	1,6
21	<i>Brassicaceae</i>	1	1	1,6
22	<i>Aristolochiaceae</i>	1	1	1,6
23	<i>Oxalidaceae</i>	1	1	1,6
24	<i>Athyriaceae</i>	1	1	1,6
25	<i>Urticaceae</i>	1	1	1,6
26	<i>Papaveraceae</i>	1	1	1,6
27	<i>Melanthiaceae</i>	1	1	1,6
28	<i>Orchidaceae</i>	1	1	1,6
29	<i>Equisetaceae</i>	1	1	1,6
	Итого	51	61	100

В Московском учебно-опытном лесничестве общее проективное покрытие живого напочвенного покрова составило: ППП-1 – 75 %; ППП-2 – 80 %, ППП-3 – 70 %; ППП-131 – 70 %; ППП-137 – 85 %; ППП-138 – 75 %; ППП-139 – 80 %, в среднем на данном объекте исследования проективное покрытие составляет 76 %.

Видовой состав травянистой растительности на каждой пробной площади варьирует от 18 до 37 видов. На всех исследуемых участках качестве доминанта выступает *Oxalis acetosella* L. (cop1-cop2).

Проанализирована структура живого напочвенного покрова по эколого-ценотическим группам в Московском учебно-опытном лесничестве. Среди боровой эколого-ценотической группы на ППП-1, 2, 3 зарегистрированы виды: *Calamagrostis arundinacea* (L.) Roth, *Veronica officinalis* L., *Juncus effusus* L. и *Viola canina* L. (рис. 40).

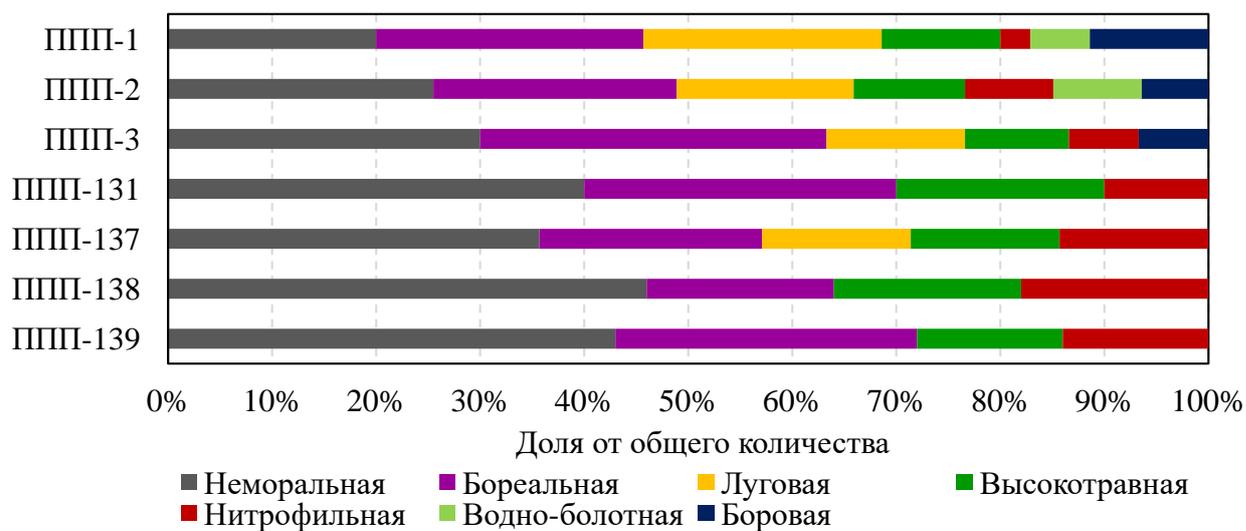


Рисунок 40. Распределение живого напочвенного покрова на эколого-ценотические группы в Московском учебно-опытном лесничестве

Значительную часть видов на исследуемых участках занимают представители неморальной (24,6 %) и бореальной (23,0 %) групп. Также отмечены группы: луговая – 16,4 %, высокотравная – 11,5 %, нитрофильная – 9,8 %, водно-болотная – 8,2 % и боровая – 6,5 %.

На всех исследуемых ППП встречаются представители неморальной, бореальной, высокотравной и нитрофильной эколого-ценотических групп.

Наличие на ППП-2 и ППП-3 водно-болотных видов: *Calamagrostis canescens* (Weber) Roth, *Bistorta officinalis* Delarbre, *Carex limosa* L., *Dactylorhiza maculata* (L.) Soó и *Comarum palustre* L. свидетельствует о более влажных условиях местопроизрастания.

В целом для сосновых фитоценозов Московского региона в составе травяно-кустарничкового яруса наблюдается облик хвойно-широколиственных лесов, который состоит преимущественно из неморальных видов, а среди бореальных заметна доля участия только теневыносливой и способной хорошо сохраняться в нарушенных местообитаниях *Oxalis acetosella* L.

Дополнительно проанализировано флористическое сходство живого напочвенного покрова на исследуемых объектах в Московском регионе по коэффициенту Жаккара (табл. 18).

Таблица 18. Флористическое сходство травяно-кустарничкового яруса сосновых фитоценозов на объектах исследования в Московском регионе

Объект исследования	СОЛ ИЛАН РАН	ЛОД РГАУ-МСХА	Лосиный остров	МУОЛ
СОЛ ИЛАН РАН	–	0,20	0,30	0,29
ЛОД РГАУ-МСХА	0,20	–	0,26	0,19
Лосиный остров	0,30	0,26	–	0,29
МУОЛ	0,29	0,19	0,29	–

Флористическое сходство на исследуемых объектах низкое, коэффициент Жаккара находится в диапазоне от 0,19 до 0,30. Данные различия статистически достоверны и объясняются различным уровнем антропогенной нагрузки, историей лесопользования и микрорельефом. По мере увеличения антропогенного воздействия на сосновые фитоценозы происходит уменьшение сходства видового состава в сравнении с объектом, испытывающим наименьшую антропогенную нагрузку (Московское учебно-опытное лесничество).

Участие каждого вида в составе живого напочвенного покрова в основном зависит от характеристик верхнего яруса фитоценозов (древостоя). Густота и породный состав древостоя, относительная полнота и другие таксационные показатели сосновых насаждений определяют условия для роста и развития травянистой растительности (табл. 19).

Наименьшее количество видов в живом напочвенном покрове зарегистрировано в Лесной опытной даче (в среднем 7 ± 1 видов), что может объясняться значительной относительной полнотой древостоя ($1,04 \pm 0,05$), высокой густотой подроста (7080 ± 799 шт./га) и высокой нагрузкой городской среды, а также неконтролируемой рекреацией.

Таблица 19. Зависимость количества видов в составе живого напочвенного покрова от основных таксационных характеристик сосновых насаждений

№ ППП	Густота древостоя, шт./га	Полнота древостоя, отн	Густота подроста, шт./га	Количество видов живого напочвенного покрова
<i>Серебряноборское опытное лесничество Института лесоведения РАН</i>				
ОМ-1	321	0,96	936	30
ППП-1	402	1,19	1512	19
ППП-2	220	0,66	1792	19
ППП-5	292	0,60	2344	22
ППП-6	169	0,54	4952	20
ППП-8	288	0,77	5224	21
ППП-9	300	1,02	3272	21
ППП-14	512	0,96	7104	26
ППП-115	751	1,08	2544	18
Среднее	362 ± 59	$0,86 \pm 0,08$	3298 ± 682	22 ± 1
<i>Национальный парк «Лосиный остров»</i>				
ППП-3	768	1,00	5600	22
ППП-5	708	0,97	8368	14
ППП-11	1104	1,13	1056	15
ППП-14	612	0,76	9896	17
ППП-35	398	0,98	880	14
ППП-38	356	0,87	13680	19
ППП-45	656	0,97	7240	22
ППП-53	712	0,98	2288	19
ППП-54	780	1,03	5504	17
ППП-55	493	0,95	1208	25
Среднее	659 ± 68	$0,96 \pm 0,03$	5572 ± 1363	18 ± 1

№ ППП	Густота древостоя, шт./га	Полнота древостоя, отн	Густота подраста, шт./га	Количество видов живого напочвенного покрова
<i>Лесная опытная дача РГАУ–МСХА им. К.А. Тимирязева</i>				
4/А	769	1,20	5456	6
4/Б	752	1,21	7520	6
4/В	806	1,19	7432	7
4/Е	845	1,47	9112	6
4/Д	915	1,21	9856	6
4/Ж	453	0,77	9136	6
4/К	575	0,88	4784	7
4/Л	521	0,82	3840	8
4/М	553	1,03	4864	7
4/Н	373	0,73	6752	7
4/О	552	1,18	3688	10
4/Р	647	0,99	16720	7
4/С	622	1,03	6112	7
4/Т	627	1,06	7712	6
4/У	519	1,04	4872	8
4/Ф	434	0,78	5424	7
Среднее	623 ± 31	1,04 ± 0,05	7080 ± 799	7 ± 1
<i>Московское учебно-опытное лесничество</i>				
ППП-1	835	0,91	800	35
ППП-2	1052	0,98	1704	37
ППП-3	1016	1,02	1856	30
ППП-131	985	1,23	5280	18
ППП-137	1075	1,08	896	21
ППП-138	1555	1,07	10872	19
ППП-139	1000	1,04	4472	18
Среднее	1074 ± 85	1,05 ± 0,04	3697 ± 1364	25 ± 3

Сосновые фитоценозы сложной группы типов леса на территории Серебряноборского опытного лесничества, национального парка «Лосиный остров» и Московского-учебно-опытного лесничества имеют в составе живого напочвенного покрова в среднем 21 вид.

Вывод по разделу

Наличие нескольких видов доминантов на большинстве объектов исследования с высоким обилием характеризуют данные растительные сообщества как олигодоминантные. В целом для сосновых фитоценозов Московского региона в живом напочвенном покрове отмечается устойчивая неморализация (рис. 41). «Это обусловлено развитием широколиственных видов во всех ярусах фитоценоза, что значительно меняет световой режим, условия минерального питания травянистой растительности и приводит к определенным изменениям в флористическом составе и структуре травяно-кустарничкового яруса исследуемых фитоценозов» (Лежнев, Меняева, 2023).

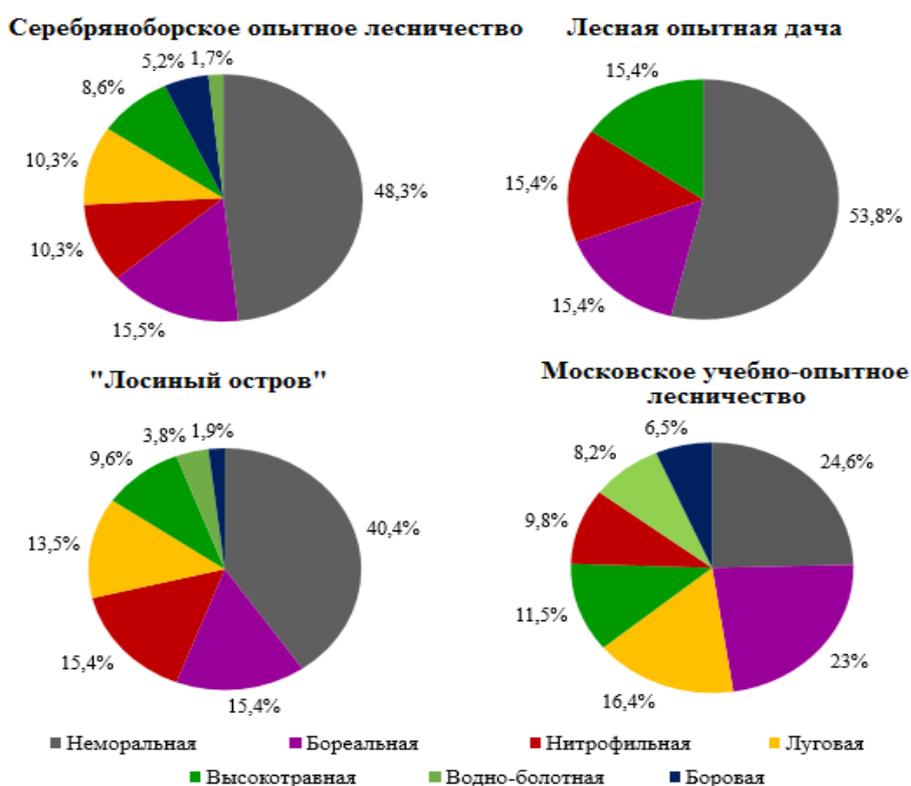


Рисунок 41. Распределение живого напочвенного покрова на объектах исследования в Московском регионе по эколого-ценотическим группам

Незначительное типологическое разнообразие по эколого-ценотическим группам в Лесной опытной даче свидетельствует о высокой рекреационной и техногенной нагрузке на данные насаждения, однако остальные объекты исследования, сохраняют признаки естественных объектов, соответствующих природным условиям Московского региона.

ВЫВОД ПО ГЛАВЕ

В настоящий момент в лесных экосистемах Московского региона протекает последовательная закономерная смена одного фитоценоза на другой в результате изменения климатических характеристик и высокого рекреационного использования, что в совокупности приводит к трансформации сосновых к смешанным хвойно-широколиственным фитоценозам со сложной структурой.

Установлена тенденция восстановления хвойно-широколиственных лесов из-за увеличения среднегодовых температур, повышения годового количества осадков и создания особой климатической системы внутри города. Вместе с тем прослеживается процесс увеличения доли наиболее устойчивых к урбанизированным условиям (рекреация и техногенное воздействие) древесных видов: липы мелколистной, клена остролистного и вяза гладкого.

В сосновых древостоях Московского региона увеличивается долевое участие широколиственных видов (липы мелколистной, клена остролистного и вяза гладкого). В живом напочвенном покрове преобладает неморальная фракция, что соответствует облику хвойно-широколиственных лесов.

На объектах исследования в Московском регионе отмечается процесс неморализации во всех ценоэлементах сосновых фитоценозов, кроме Московского учебно-опытного лесничества, расположенного в более «бореальных» условиях. Отмечено активное внедрение во второй ярус насаждения елового элемента леса, а в травяно-кустарничковом ярусе по проективному покрытию преобладает теневыносливая *Oxalis acetosella* L.

ГЛАВА 5. ЕСТЕСТВЕННАЯ ДИНАМИКА СОСНОВЫХ ФИТОЦЕНОЗОВ МОСКОВСКОГО РЕГИОНА

Изучение динамики лесных фитоценозов – одна из самых актуальных проблем в области экологии (Дыренков, 1984; Маслов, 2002; Громцев, 2009; Keren et al., 2017; Schleeweis et al., 2020).

Динамика лесных экосистем объективно отражает эколого-биологические свойства слагающих его видов (Абатуров, Меланхолин, 2004). Динамика лесных фитоценозов зависит от особенностей развития различных видов и изменений экологических условий среды обитания. Изучение их динамики позволяет прогнозировать рост и развитие растительности в различных условиях и может быть использовано для решения практических задач (Уланова, 2006; Власенко, Трубакова, 2022; Vilek et al., 2018).

Считается, что при исследовании естественной динамики лесных фитоценозов предпочтительней использовать данные полученные на постоянных пробных площадях, так как этот метод позволяет на конкретных насаждениях проследить сукцессионные изменения в лесных экосистемах (Разумовский, 1983; Киселева и др., 2012; Дубенок и др., 2024).

Древостой представляют собой динамичную систему, изменяющуюся как в пространстве, так и во времени. Динамика древостоев характеризуется определенным комплексом жизненных превращений и изменений таксационных показателей деревьев, а также и специфическими особенностями во всех ярусах насаждения в целом (Ивашкевич, 1933; Колесников, 1956).

Одним из таких динамичных показателей является породный состав насаждения. Из-за постоянно изменяющихся условий существования и конкуренции в жизни древостоя происходит вытеснение одних видов древесных растений другими.

Серебряноборское опытное лесничество

Динамика запаса сосны за исследуемый период была крайне неравномерной. На ППП 2, 5 и 6 произошло снижение запаса сосны на 93-163 м³/га в результате отпада. На ППП-1,8,14 и ОМ-1, где отпад деревьев был незначительным, запас увеличился на 57-132 м³/га (рис. 42). В среднем текущий прирост сосны за исследуемый период составил 1,7 м³/га в год, в то время как средний прирост 1,8 м³/га в год.

На всех ППП произошло увеличение запаса липы. Наибольший прирост отмечен на ППП-1 (36 м³/га) и ППП-14 (66 м³/га), где липа уже присутствовала при предыдущем пересчете в 2004 г. (Савельева, 2005) в I и II ярусах на ППП-1 и во II ярусе на ППП-14. На ППП-2, 5, 6, 8, 9, где липа ранее не отмечена в составе древостоя, она вышла во II ярус. Таким образом, во всех исследованных насаждениях происходит внедрение липы, при незначительном среднем запасе (30 м³/га) фитоценотическая роль данного вида возрастает. Запас березы незначительно уменьшился на большинстве ППП, в среднем снижение составило около 7 м³/га (Лежнев и др., 2022а).

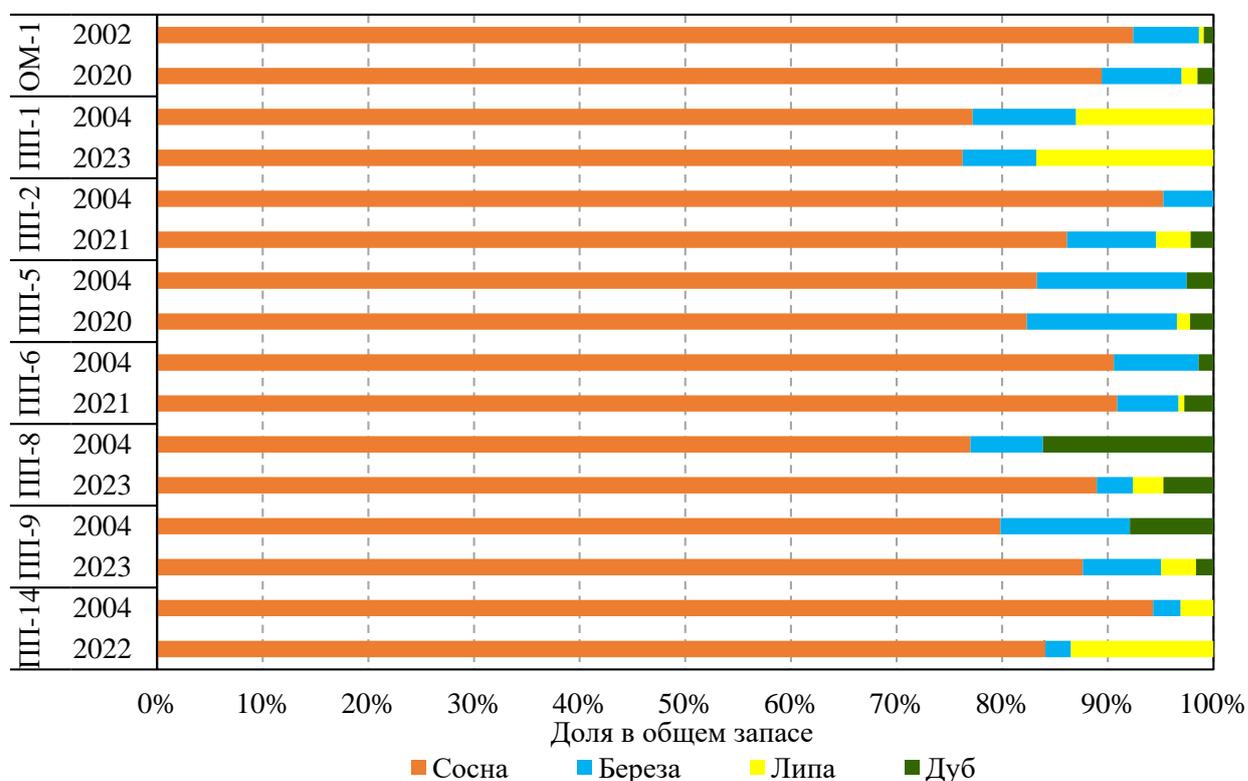


Рисунок 42. Динамика видового состава древостоев на постоянных пробных площадях в Серебряноборском опытном лесничестве за 20-летний период

Перестойные разновозрастные сосняки естественного происхождения Серебряноборского лесничества представляют собой уникальные древостои, в IX–XI классах возраста не имеющие признаков распада и сохраняющие положительный текущий прирост по запасу стволовой древесины. За рассматриваемый период отмечаются этапы ускорения и замедления отпада. За последние 25 лет отпад формируется интенсивнее, чем на предыдущих этапах (рис. 43).

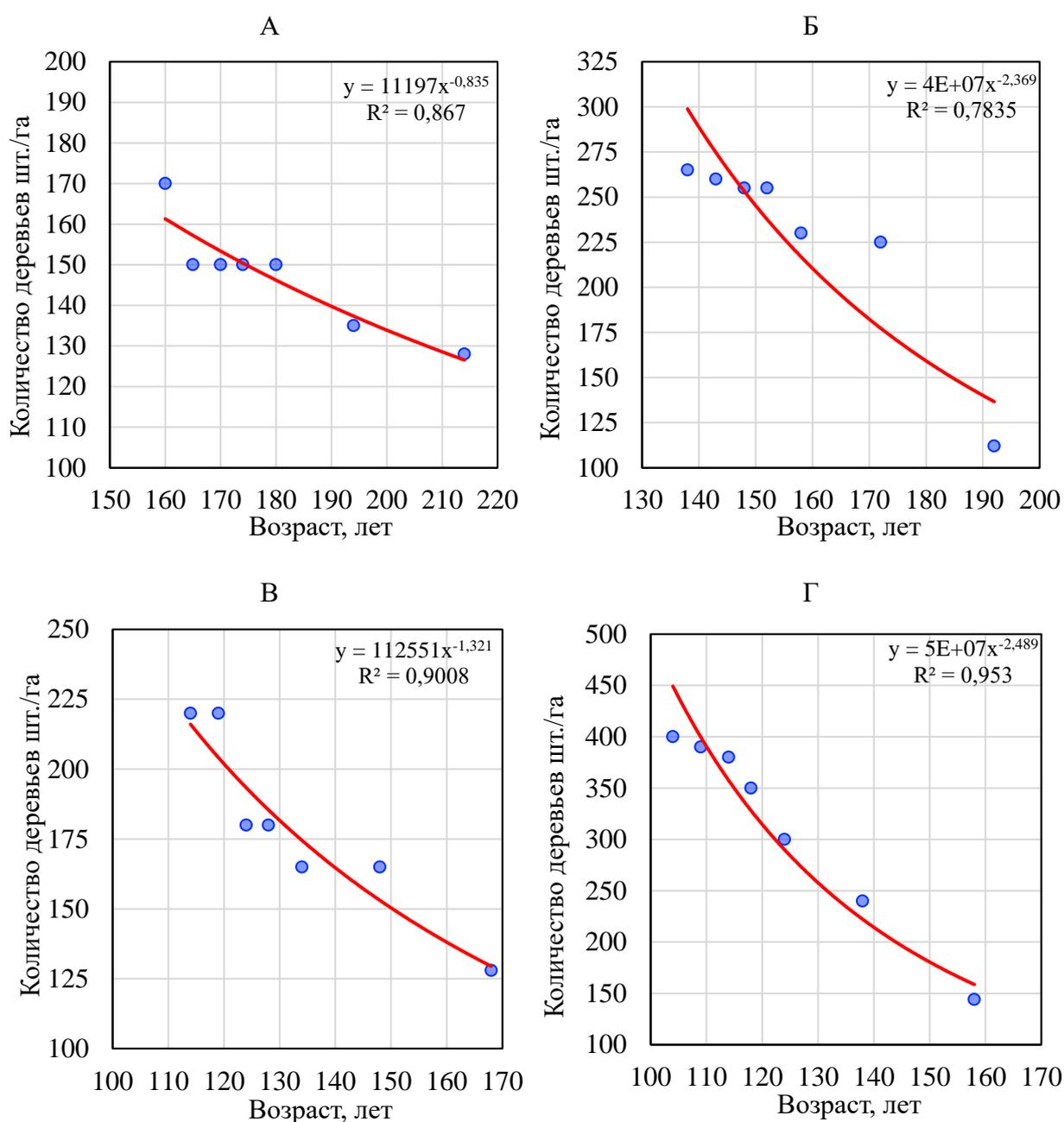


Рисунок 43. Динамика численности сосны на постоянных пробных площадях в Серебряноборском опытном лесничестве: А) ППП-1, Б) ППП-2, В) ППП-8, Г) ППП-9

Отмечено, что в старовозрастных сосняках естественного происхождения изреживание имеет циклический (волнообразный) характер. Установлено, что сосновые древостои в своем онтогенезе проходят последовательные волновые периоды изменения численности отмирающих деревьев. Аналогичные результаты ранее были получены М.Д. Мерзленко (2021) для одновозрастных сосняков искусственного происхождения на примере Лесной опытной дачи.

Помимо динамики численности сосны обыкновенной дополнительно проанализирована динамика средних высот по основным древесным видам за исследуемый период на примере ППП-1 и 14 (рис. 44).

В 2004 году на ППП-1 средняя высота сосны составляла 31,5 м, средний диаметр – 55,5 см. Прирост по диаметру за 20 лет составил более 4 см. Средняя высота сосна обыкновенная увеличилась на 0,7 м. В 2023 году средняя высота сосна обыкновенная составила 32,2 м, а средний диаметр – 59,8 см. Для сосны в X–XI классах возраста рост в высоту вышел на плато. За 20-летний период отмечается продолжение роста в высоту, в том числе в возрасте сосны более 200 лет. Средняя высота липа, была равна 17,8 м в 2004 г. и за исследуемый период увеличилась на 6,4 м, и достигла 24,2 м. На ППП-1 за исследуемый период отпад старовозрастной береза по количеству стволов составил 42,8 %, в результате чего соотношение диаметра и высоты уменьшилось (Лежнев и др., 2022б).

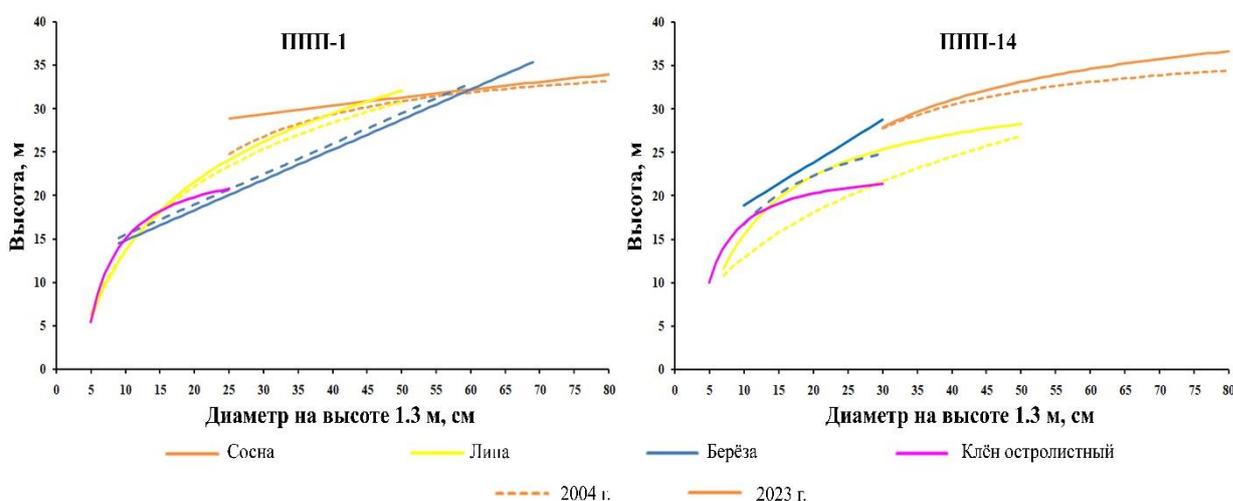


Рисунок 44. Графики зависимости высот от диаметров на ППП-1 и ППП-14 в Серебряноборском опытном лесничестве

В 2004 году на ППП-14 средняя высота сосны составила 30,9 м, средний диаметр – 42,5 см., липа имела среднюю высоту 19,0 м. В 2023 году сосна обыкновенная имеет высоту 32,6 м (прирост в высоту составил 1,7 м), и диаметр 45,9 см (прирост по диаметру 3,3 см). Средняя высота липы, в этом году достигла 22,4 м (увеличение средней высоты на 3,4 м). Прирост по высоте у видов второго яруса обусловлен прежде всего локальными условиями освещенности и полнотой материнского полога. Липа продолжает увеличивать средние показатели по высоте и диаметру. Клен в 2004 году был в подросте, в настоящее время вышел во второй ярус. При достижении высоты 20 метров рост клена по высоте замедляется.

Исследования в Серебряноборском лесничестве Института лесоведения РАН показали тенденцию по изреживанию сосны с увеличением её возраста. В данных лесорастительных условиях сосновые древостои сохраняют свою устойчивость. Прирост по высоте, диаметру и запасу продолжается в возрасте 200 и более лет. Увеличивается долевое участие широколиственных древесных видов. Изменение климата способствует процессу неморализации, что приводит к повышению конкурентоспособности лиственных пород. Долевое участие широколиственных видов в составе насаждений постепенно увеличивается.

«Изменение таксационных показателей липы, прежде увеличение высоты, указывает на благоприятные условия для ее развития под пологом древостоя» (Лежнев, 2023а). Наиболее благоприятные условия под пологом сосняков складываются для липы, которая присутствует повсеместно во втором ярусе и начинает переходить в первый. В ходе естественного развития насаждений, при отсутствии катастрофических нарушений высока вероятность смены сосняков на липовые насаждения.

Лесная опытная дача

Результаты изменения породного состава древостоев (по соотношению запасов) на 16 постоянных пробных площадях в Лесной опытной даче РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева за 25-летний период отражены на рисунке 45.

На большинстве постоянных пробных площадей наблюдается снижение доли сосны по общему запасу насаждения в среднем с 83 до 77 % за 25-летний период. Вместе с тем прослеживается активное внедрение липы и клена в древесный ярус. Доля липы в общем запасе увеличилась в среднем с 8 до 14 %, а клена – с 3 до 5 %, что обусловлено протекающими процессами неморализации, т.е. постепенной сменой сосны на широколиственные виды.

Данный процесс является характерным не только для Москвы, но и для Подмосковья, и более северных регионов европейской части России, что неоднократно отмечалось в литературе (Абатуров, Кочевая, Янгутов, 1997; Коротков, 2000; Наумов, Поляков, 2015).

Отчетливо видно закономерное увеличение запасов лиственных древесных видов при снижении запаса сосны обыкновенной, а соответственно, и сомкнутости соснового полога. Согласно уравнению тренда, в конце 1990-х годов в древостое с запасом сосны 450 м³/га запас других видов составлял только 35 м³/га, а при снижении запаса сосны до 300 м³/га запас лиственных видов увеличивается до 130 м³/га. В 2022 году данная тенденция сохранилась. При запасе сосны 650 м³/га запас лиственных видов составлял в среднем 90 м³/га, а при его снижении до 350 м³/га – запас лиственных видов в среднем возрастал до 150 м³/га. Из общей тенденции выделяются постоянные пробные площади 4/Л, 4/Н и 4/Ф, что связано, главным образом, с неконтролируемым рекреационным воздействием (Лежнев, Лебедев, 2023б). Таким образом, как только в сосновом пологе образуются «окна», их стремятся занять широколиственные виды (клен остролистный, липа мелколистная, дуб черешчатый и вяз гладкий).

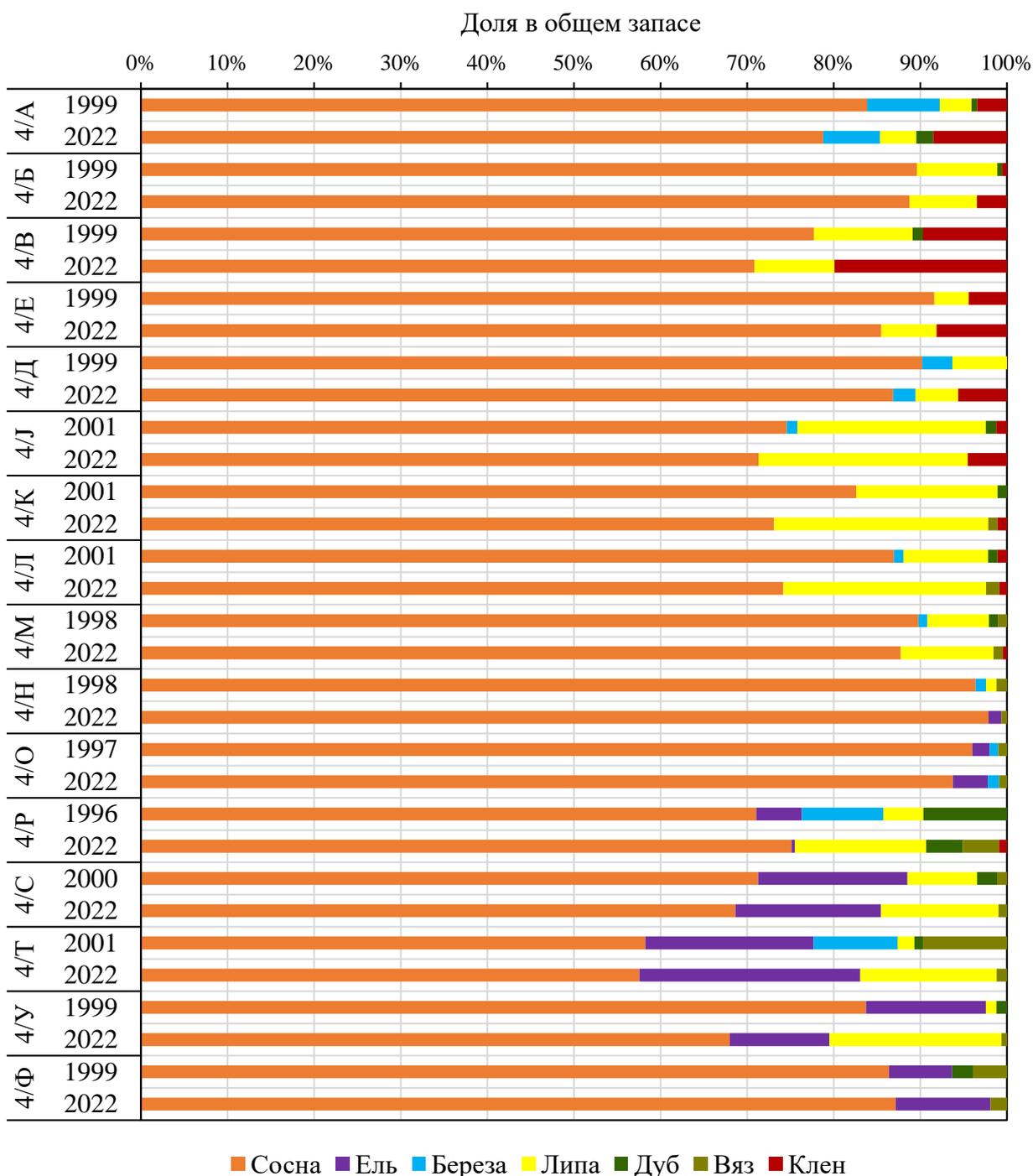


Рисунок 45. Динамика видового состава на постоянных пробных площадях
в Лесной опытной даче за 25-летний период

Гипотеза замещения сосны обыновенной в пологе лиственными древесными видами: березой повислой, липой мелколистной, кленом остролистным, дубом черешчатым и вязом гладким, – подтверждается зависимостью их запаса от запаса сосны (рис. 46).

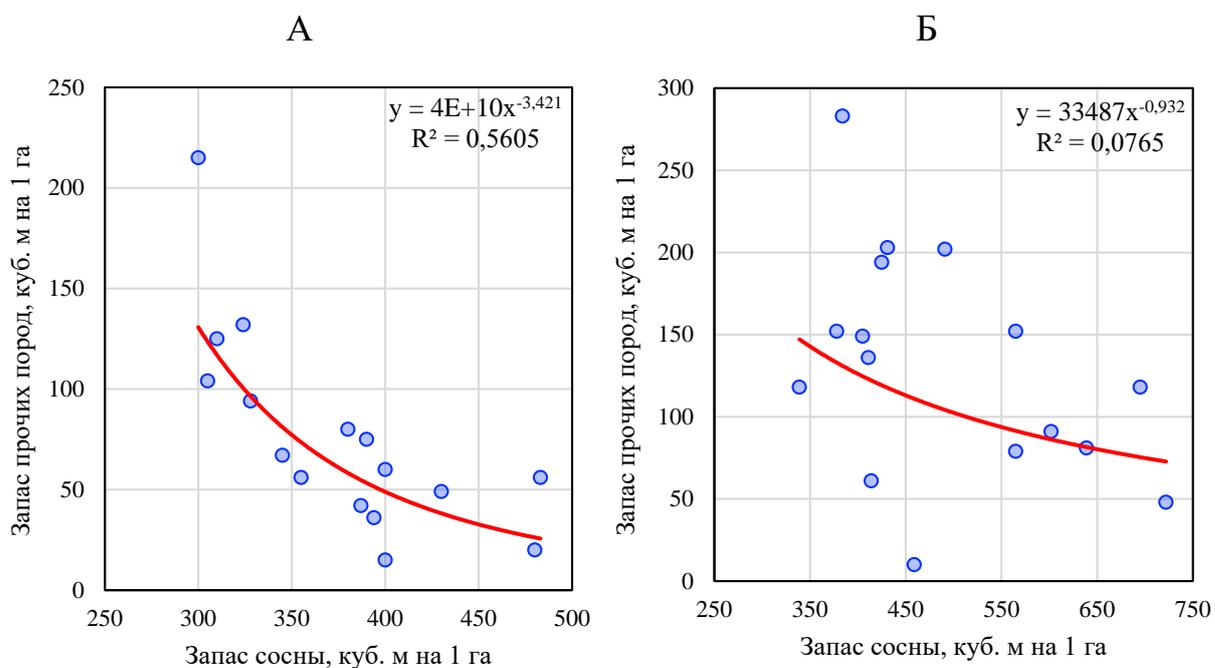


Рисунок 46. Зависимость запаса прочих пород от запаса сосны:

А) 1996-2001 годы, Б) 2022 год

Кроме видового состава насаждений, за 25-летний период произошли изменения таксационных показателей древостоев. На рисунке 47 показаны зависимости таксационных показателей (средние высота и диаметр, сумма площадей сечений, запас) сосновых древостоев в 2022 году от таксационных показателей в 1996–2001 годы. Произошедшие изменения средних высот на пробных площадях являются статистически значимыми на 5%-ом вероятностном уровне ($t = -14,84, p < 0,001$). Так как на рассматриваемых пробных площадях представлены спелые насаждения, поэтому чем больше была средняя высота в 1996–2001 годы, тем меньше был прирост за 25-летний период. Например, согласно уравнениям трендов, в 1990-е годы в древостоях сосны при средней высоте 25 м ее значение в 2022 году составило 32 м, а при высоте 27,5 м в 1990-е годы – в 2022 году – 30,5 м. Отмеченное замедление роста древостоев по средней высоте указывает, что они приближаются к своим биологическим пределам в данных условиях произрастания. По остальным таксационным показателям (средний диаметр, сумма площадей сечений и запас) прослеживается положительная динамика

их изменения без замедления, на что указывают статистически значимые (при $p < 0,05$) угловые коэффициенты (больше нуля) линейных уравнений связи. Например, в 1990-е годы при среднем диаметре 27,0 см его значение в 2022 году составило 32,1 см, а при значении 33,0 см в 1990-е годы – 38,9 см в 2022 году (Лежнев, Лебедев, 2023б).

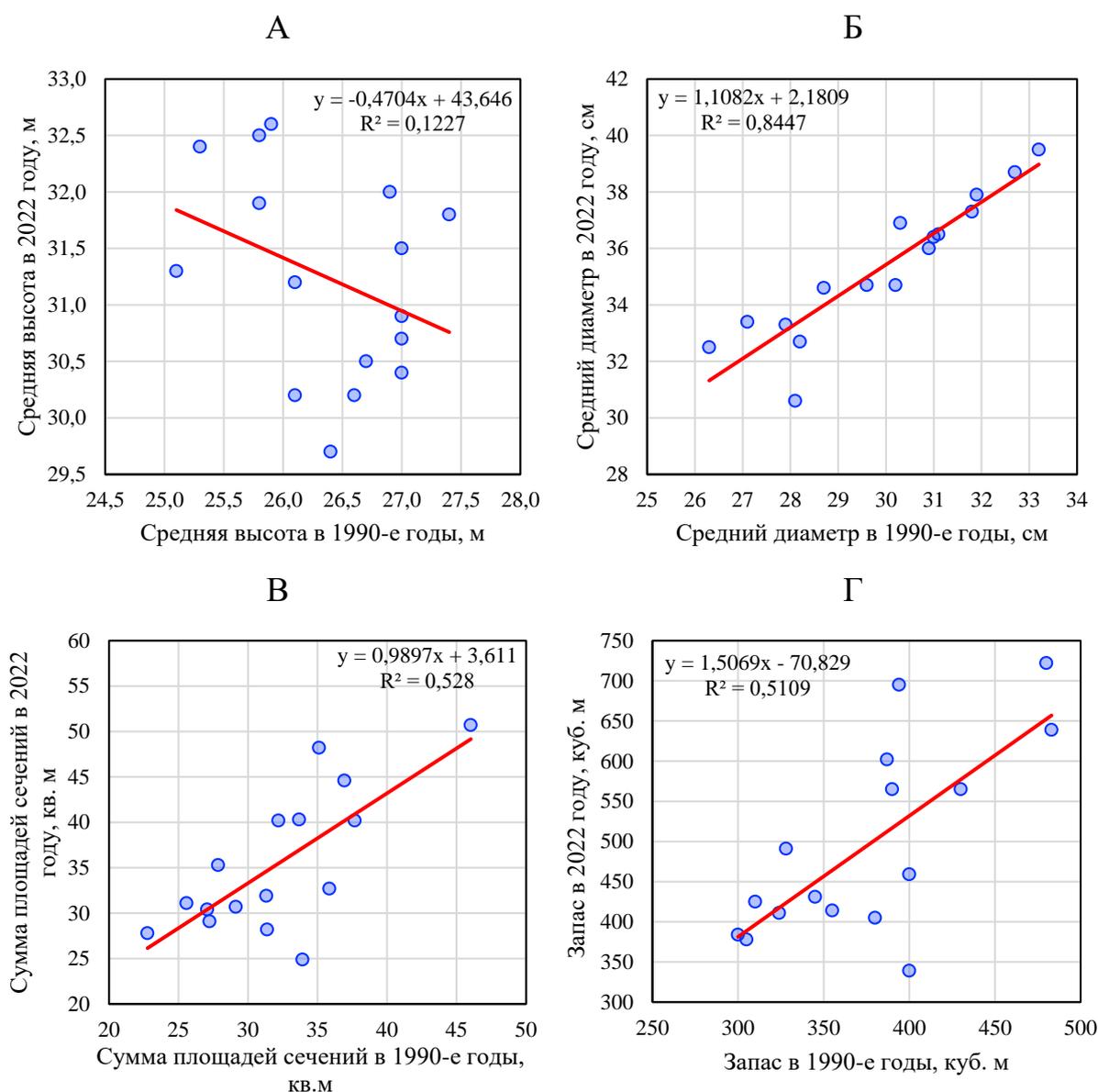


Рисунок 47. Зависимость таксационных показателей соснового элемента леса в 2022 году от таксационных показателей в 1996-2001 годы: А) средняя высота, Б) средний диаметр, В) сумма площадей сечений, Г) запас

Произошедшие изменения средних диаметров на пробных площадях за 25-летний промежуток времени являются статистически значимыми на 5%-ом вероятностном уровне ($t = -21,759$, $p < 0,001$). Из всех

рассматриваемых таксационных показателей наиболее согласованные изменения произошли для средних диаметров древостоев, о чем свидетельствует высокий коэффициент детерминации ($R^2 = 0,845$) уравнения связи.

Изменения суммы площадей сечений с конца 1990-х годов по 2022 год на постоянных пробных площадях статистически значимы ($t = -2,47$, $p = 0,026$). Согласно усредненному тренду в 1990-е годы при сумме площадей сечения древостоя 25 м²/га её значение в 2022 году составило 27 м²/га, а при 45 м²/га в 1990-е годы – в 47 м²/га 2022 году. Запас древесины является одним из важных таксационных показателей, характеризующих производительность древостоев. Произошедшие изменения запасов на пробных площадях статистически значимы ($t = -5,393$, $p < 0,001$). Главным образом, его повышение объясняется не замедляющимся приростом по таксационному диаметру стволов и незначительным отпадом деревьев. В среднем в 1990-е годы при общем запасе 300 м³/га его значение в 2022 году составило 390 м³, а при 470 м³ в 1990-е годы – 650 м³/га в 2022 году.

Результаты проведенного исследования на примере спелых сосновых древостоев Лесной опытной дачи отражают экологическое состояние лесных урбоэкосистем Москвы. В них протекает процесс смены хвойных древесных видов широколиственными. Поэтому необходимо проведение хозяйственных мероприятий, направленных на содействие естественному возобновлению сосны, или проведение лесокультурных работ. Во-вторых, спелые сосновые древостои проявляют адаптацию к комплексу экологических факторов городской среды.

В результате проведенного исследования выявлено, что в спелых сосновых древостоях на территории Лесной опытной дачи РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева наблюдается процесс постепенной смены сосны на широколиственные виды (клен остролистный и липа мелколистная).

Анализ изменения таксационных показателей за 25-летний промежуток времени показывает, что по средней высоте древостои приближаются к своим

биологическим пределам, а по среднему диаметру, сумме площадей сечений и запасу наблюдается положительная динамика.

Спелые сосновые древостои проявляют адаптацию к комплексу экологических факторов городской среды. Наибольшую чувствительность к неконтролируемой рекреационной нагрузке проявляет второй древесный ярус, сформированный широколиственными видами.

Национальный парк «Лосиный остров»

Динамика породного состава насаждений на 10 постоянных пробных площадях за 25-летний период показана на рисунке 48. В сосняках сложных национального парка «Лосиный остров» наблюдается снижение долевого участия главной породы в среднем с 61 до 57 % за исследуемый период. Также отмечено постепенное внедрение липы в древесный ярус. Ее доля увеличилась в среднем с 3 до 7 %.

На ППП отмечено увеличение долевого участия других широколиственных видов (вяза гладкого, клена отролистного и дуба черешчатого). Это может быть обусловлено также локальным изменением климата и протекающими процессами неморализации.

Кроме того, в сосновых фитоценозах за исследуемый период установлено снижение долевого участия сопутствующей березы в среднем на 7 % от общего запаса древостоя с 26 до 19 %. Ель европейская продолжает занимать свою экологическую нишу на ППП-35, 38 в Мытищинской водно-ледниковой равнине и увеличивает доленое участие с 15 до 20 %.

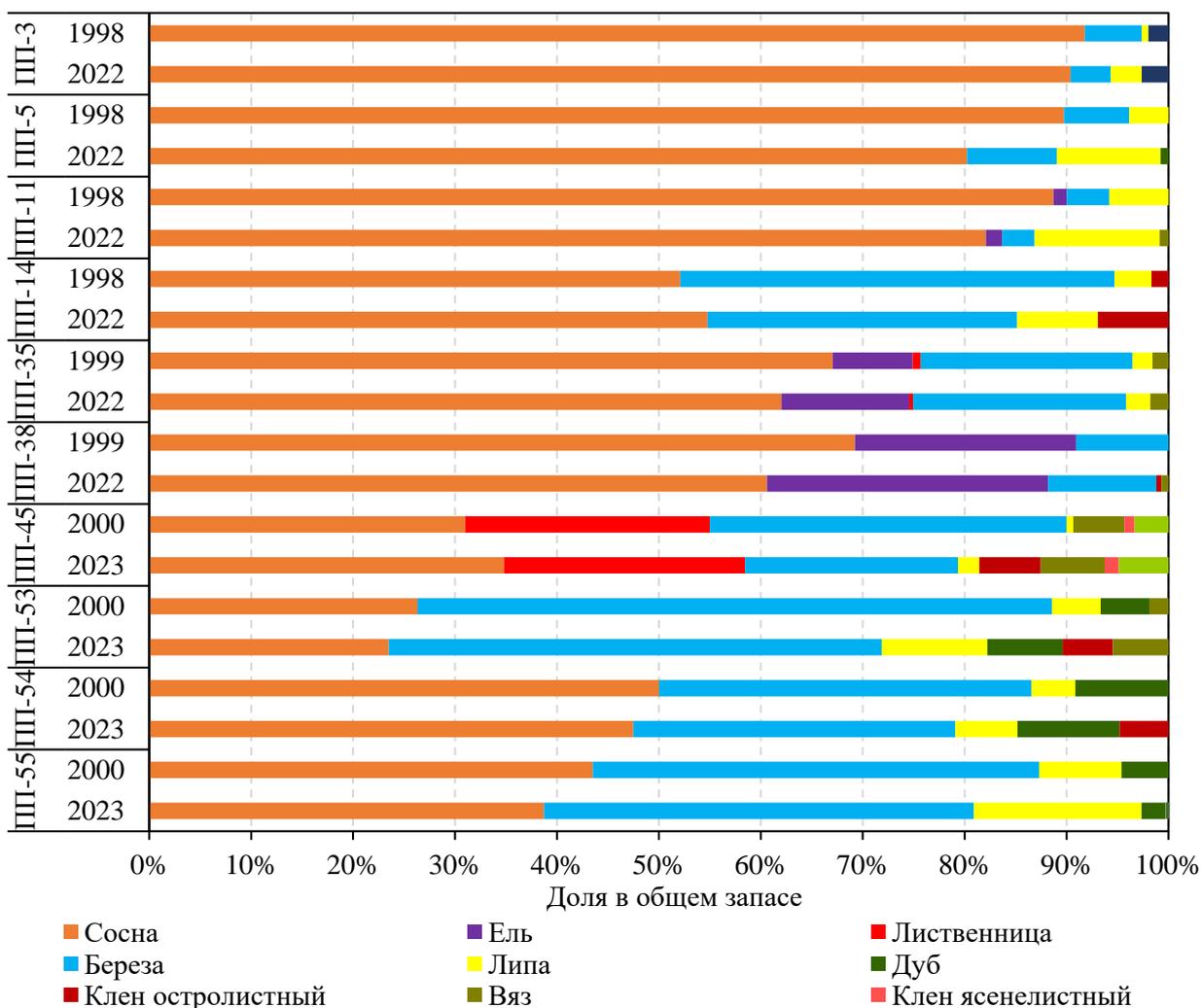


Рисунок 48. Динамика видового состава древостоев на постоянных пробных площадях в национальном парке «Лосиный остров»

Тенденции смены породного состава в сосновых фитоценозах на лиственные виды подтверждается зависимостью их запаса от запаса сосны обыкновенной. При увеличении запаса сопутствующих видов установлено снижение запаса сосны в насаждении. По уравнению тренда, в 1998-2000 гг. В насаждении с запасом сосны 450 м³/га запас прочих видов составлял 40 м³/га. При снижении запаса сосны до 150 м³/га запас прочих видов составил 145 м³/га, аналогичная тенденция сохраняется до настоящего времени. При запасае сосны 550 м³/га запас лиственных видов составлял в среднем 105 м³/га, а при его снижении до 350 м³/га запас лиственных видов увеличивается до 140 м³/га. В случае образования «окон» в сосновом пологе их занимают такие виды, как липа мелколистная, клен остролистный, дуб черешчатый и другие (рис. 49).

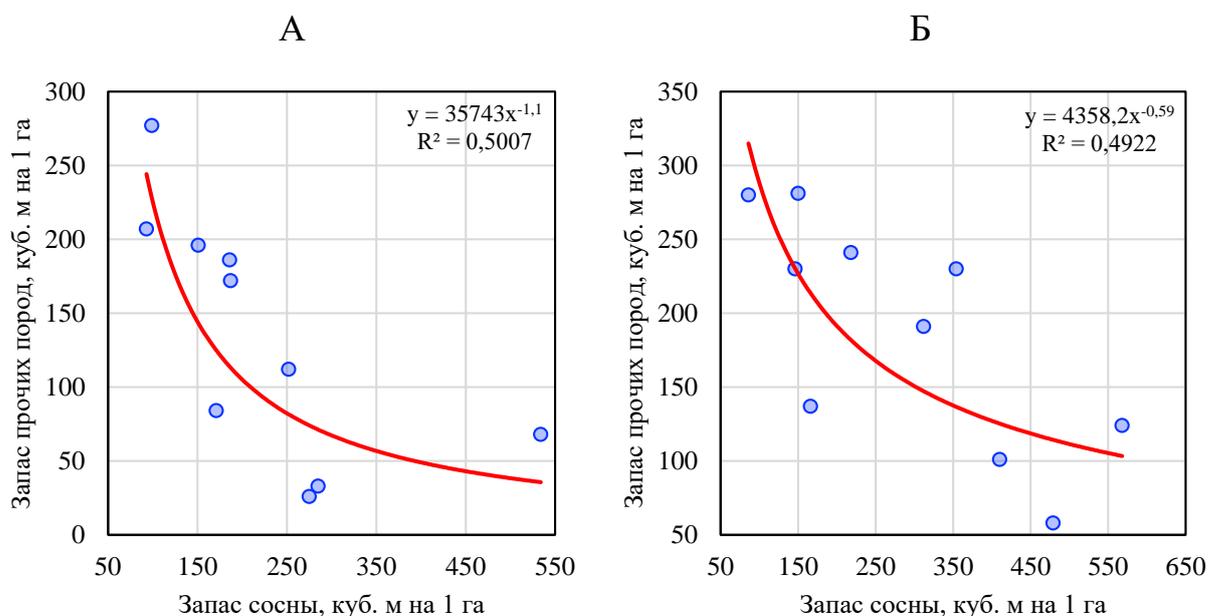


Рисунок 49. Соотношение запаса сопутствующих пород от запаса главной породы:

А) 1998-2000 годы, Б) 2022-2023 годы

За исследуемый период произошли изменения основных таксационных показателей (высота, диаметр, абсолютная полнота и запас) древостоев. Показаны зависимости основных таксационных показателей в сосновых древостоях за 25-летний период (рис. 50). Изменения средних высот и диаметров на объектах исследования являются статистически значимыми при $p > 0,95$. Например, по уравнениям трендов, в 1998–2000 гг. в древостоях сосны при средней высоте 21,0 м ее значение в 2022–2023 гг. составило 26,2 м, а при значении 27,0 м, в 1998–2000 гг. – 30,8 м. Увеличение средних значений показывает, что в исследуемых древостоях возраст естественной спелости еще не наступил.

Отмечается положительная динамика и по среднему диаметру, и по сумме площадей сечений, и по запасу. В 1998–2000 гг. средний диаметр составил 25,0 см. В 2022–2023 гг. средний диаметр достиг 34,0 см. При значении этого показателя 50,0 см, в 1998-2000 гг. он составил 54,0 см в 2022–2023 гг. Произошедшие изменения средних диаметров на пробных площадях за 20-летний промежуток времени являются статистически достоверными. По усредненному тренду, в 1998–2000 гг. при сумме площадей

сечения древостоя 12 м²/га её значение в 2022–2023 гг. составило 24 м²/га, а при 36 м²/га в 1998–2000 гг. – 40 м²/га в 2022–2023 гг.

Увеличение запаса объясняется, в первую очередь, за счет прироста по диаметру и незначительным отпадом деревьев на всех пробных площадях, кроме ППП-14, 53 и 55. В среднем в 1998–2000 гг. при запасе 150 м³/га его значение в 2022–2023 гг. составило 200 м³, а при 550 м³ в 1998–2000 гг. – 600 м³/га в 2022–2023 гг.

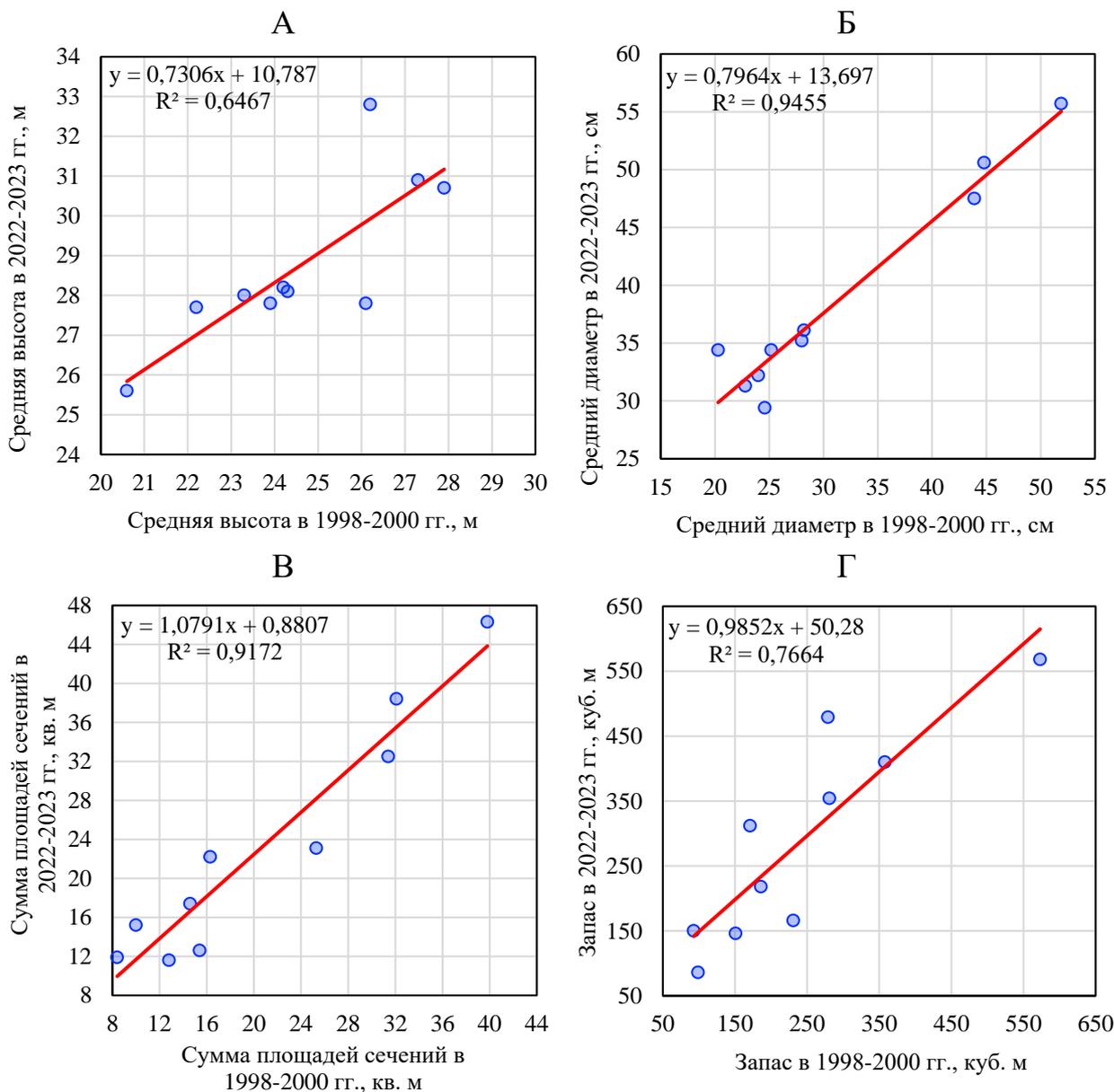


Рисунок 50. Соотношение таксационных показателей сосны

в 2022–2023 годах и в 1998–2000 годы:

А) средняя высота, Б) средний диаметр, В) сумма площадей сечений, Г) запас

Среди исследуемых таксационных показателей древостоев наиболее согласованные изменения произошли по среднему диаметру и абсолютной полноте, о чем свидетельствуют высокие коэффициенты детерминации уравнения связи ($R^2 > 0,9$).

Также динамику сосновых насаждений можно охарактеризовать с помощью динамики густоты деревьев. Изменение числа деревьев – один из очевидных показателей протекающих сукцессий в фитоценозе (Савельева, 2005). В сосновых насаждениях при последнем перечеке отмечено во всех ярусах общее количество деревьев от 240 до 1104 шт./га, в том числе сосны от 66 до 499 шт./га.

По характеру изменения численности деревьев выделяют несколько рядов распределения при анализе данного показателя за исследуемый период:

- 1) изменение общей численности деревьев;
- 2) изменение численности деревьев по каждому элементу леса, в первую очередь главной породы.

В данном исследовании использовался второй метод, так как он более наглядно отражает изменение в видовом составе насаждений и помогает установить направление протекающих в них сукцессий (рис. 51).

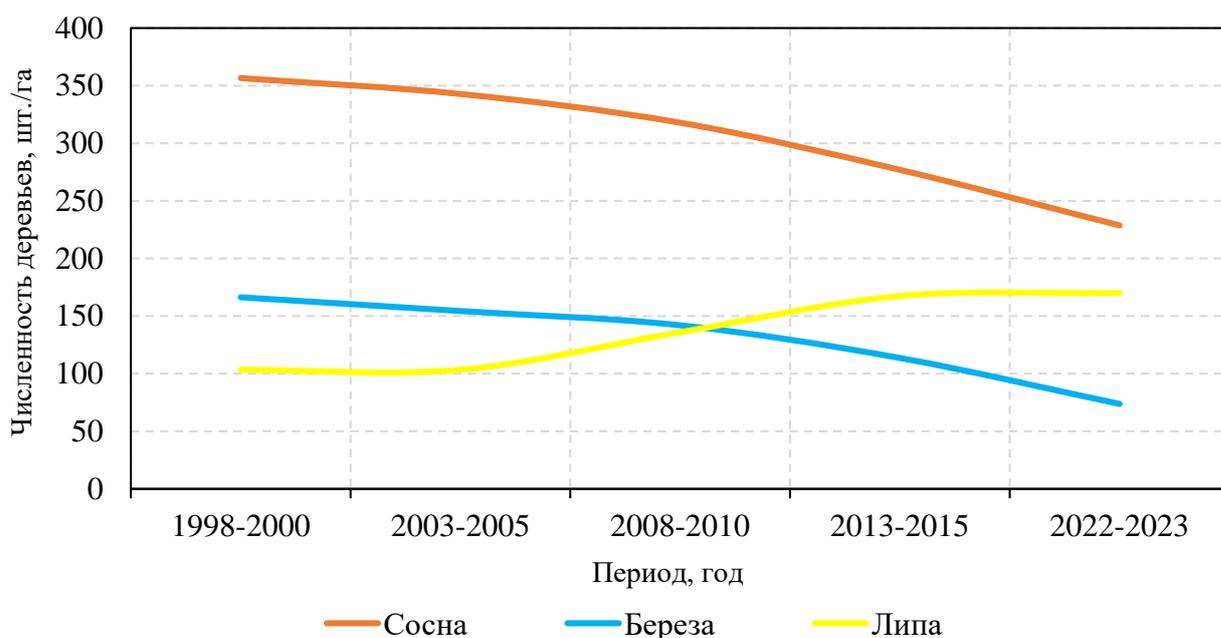


Рисунок 51. Численность основных лесообразующих пород в «Лосином острове» за 25-летний период (по древесному ярусу)

За 25-летний период на постоянных пробных площадях в национальном парке «Лосиный остров» наблюдается общая закономерность для сосны обыкновенной – уменьшение числа деревьев с увеличением возраста. В целом численность популяции сосны уменьшилась в приспевающих на 35,5 %, в перестойных – 9,1 %.

Анализ уменьшения числа деревьев сосны показывает интересную тенденцию. Разреженные перестойные сосняки, имевшие в 1990-е года плотность 99 шт./га, имеют невысокий процент отпада. В приспевающих сосняках с большей густотой деревьев 482 шт./га произошел более активный отпад, наблюдается естественный процесс разреживания сосны.

Вместе с тем численность березы за исследуемый период также снизилась на 55,7 % с 166 до 74 шт./га. Также на постоянных пробных площадях отмечается значительное увеличение количества липы в целом на 65,1 % с 103 до 170 шт./га.

Видовой состав нижних ярусов древесной растительности в лесных экосистемах является одним из показателей направления сукцессии в данный момент, но не может быть использован для универсального прогнозирования будущего состава насаждений (Коротков и др., 2020).

На ППП национального парка «Лосиный остров» в подросте преобладают теневыносливые виды. Из них ведущая роль принадлежит липе мелколистной, клену остролистному и вязу гладкому. На всех постоянных пробных площадях в сосновых насаждениях видовой состав II яруса и подроста значительно отличается от материнского полога.

Наблюдения за составом подроста в течение 20 лет показывают большую динамичность. На постоянных пробных площадях в национальном парке «Лосиный остров» за исследуемый период изменяется породный состав подроста под действием комплекса факторов, в том числе и из-за ухудшения условий освещенности (табл. 20).

Таблица 20. Динамика подроста на постоянных пробных площадях за 20-летний период

№ ППП	Состав древостоя	Возраст, лет	Породный состав и густота подроста, тыс. шт./га			
			2003-2005 гг.		2022-2023 гг.	
3	10С+Б	72	8Я2Кло	1,8	7Кло1Кля1Лп1В+Д	5,6
5	9С1Б+Лп	74	6Д4Кло	1,0	10Кло+Лп,Е	8,4
11	9С1Лп+В	84	10Е	0,2	5Кло4В1Лп	1,1
14	6С4Б+Лп	87	6Лп4Кло	2,6	9Кло1Лп+Д,В	9,9
35	7С2Б1Е+Лп, В	153	10Е	0,5	7Кло1Е 1Лп1В	0,9
38	6С3Е1Б	163	6Е4Кло	1,4	9В1Кло+Е	13,7
45	4С3Л2Б1В+Барх	88	10Кло+Д, Лп	4,5	10Кло+В, Кля	7,2
53	3С5Б1Лп1Д+В	73	8Кло2лп	8,8	10Кло+В	2,3
54	5С4Б1Д+Лп	71	5Кло5Лп	6,5	8Кло1Д1В	5,5
55	4С5Б1Лп	148	9Лп1Кло+Д	2,6	7Кло3Лп	1,2

Вместе с тем начальные стадии смены сосновых насаждений на широколиственные отмечаются и на других территориях в Московском регионе. В сосняках национального парка «Лосиный остров» наблюдается неморализация состава подроста. Это, в частности, связано с локальными микроклиматическими условиями, которые вызваны влиянием Москвы.

Структура сосновых лесов Московского региона существенно различается по физико-географическим провинциям в связи с зональными отличиями, а также вследствие различной антропогенной нагрузки. Отсутствие естественного возобновления сосны обыкновенной в сообществах автоморфных местообитаний свидетельствует о производном происхождении сосняков, в том числе на месте вырубок, а также в составе искусственных насаждений (Черненкова и др., 2019).

В целом для рассматриваемых сосновых фитоценозов Московского региона характерна тенденция по активному внедрению широколиственных древесных пород в нижние ярусы древостоя и подроста. Рядом авторов аналогичная тенденция отмечается в сосновых насаждениях Европейской части России, в том числе на особо охраняемых природных территориях, где ведется ограниченный режим лесопользования.

Например, в «Волжско-Камском государственном природном биосферном заповеднике» в настоящее время липа мелколистная вытесняет хвойные породы, в том числе сосну. В основе вытеснения липняками хвойных формаций, лежит процесс повышения плодородия почв. Данный процесс характеризуется высокой интенсивностью (Бакин и др., 2017).

А.В. Горновым с соавторами (2018) выполнена оценка сукцессионного статуса сосновых лесов в условиях Брянского Полесья. Отмечено, что к возрасту главной породы 120 лет, в сосновых сообществах появляются широколиственные породы: клен остролистный, липа мелколистная и вяз гладкий. Авторами показано, что клен и липа формируют многочисленные ценопопуляции с левосторонним онтогенетическим спектром. К возврату сосны обыкновенной более 120 лет, как правило, у теневыносливых пород клен, липа и вяз формируется устойчивый оборот поколений.

В сосновые сообщества заповедника «Брянский лес» активно внедряются клен остролистный и липа мелколистная после того, как относительно олиготрофный вид – сосна обыкновенная выходит в первый ярус и формирует благоприятную среду для подселения широколиственных пород (Евстигнеев, Коротков, 2013).

Однако, в сложных сосняках Северо-Запада Европейской части России широколиственные породы почти никогда не выходят в первый ярус древостоя, и нет никаких оснований ожидать появления на их месте лесов со значительным участием широколиственных пород в древостое (Василевич, Бибилова, 2012).

ВЫВОД ПО ГЛАВЕ

Проведенные исследования в сосновых фитоценозах Московского региона показали разнонаправленную динамику на объектах исследования.

Таким образом, в Серебряноборском лесничестве Института лесоведения РАН установлено, что в перестойных сосняках естественного происхождения изреживание имеет циклический (волнообразный) характер, как и в более молодых древостоях. В данных лесорастительных условиях естественные сосновые древостои сохраняют свою устойчивость в возрасте 200 и более лет и не достигли возраста биологической спелости.

В целом для сосновых фитоценозов Московского региона выявлено закономерное увеличение запасов лиственных древесных видов при снижении запаса сосны, а соответственно, и сомкнутости соснового полога.

Поэтому, как только в сосновом пологе образуются «окна», их стремятся занять широколиственные виды. Изменение климата способствует процессу неморализации, что приводит к повышению конкурентоспособности лиственных видов.

Наиболее благоприятные условия под пологом сосняков складывается для липы, которая присутствует повсеместно во втором ярусе и начинает переходить в первый. В ходе естественного развития насаждений, при отсутствии катастрофических нарушений высока вероятность смены сосняков на липовые насаждения.

Наблюдения за составом подроста в течение 20 лет показывают большую динамичность. Состав подроста на пробных площадях за исследуемый период изменяется под действием комплекса факторов, в том числе и из-за ухудшения условий освещенности и развития Московской городской агломерации.

ГЛАВА 6. ВОССТАНОВИТЕЛЬНАЯ ДИНАМИКА СОСНОВЫХ ФИТОЦЕНОЗОВ ПОСЛЕ СПЛОШНОЙ САНИТАРНОЙ РУБКИ В ЛАНДШАФТАХ НАДПОЙМЕННЫХ ТЕРРАС РЕКИ МОСКВЫ

Лесные фитоценозы формируются различными способами, в том числе, после катастрофических нарушений; их облик определяется характером протекающих сукцессионных процессов. Изучение динамики позволяет прогнозировать рост и развитие растительности в различных условиях и может быть использовано для решения практических задач.

Характер восстановительных сукцессий лесных насаждений после катастрофических нарушений в значительной степени определяется их начальной стадией. Исследовано естественное возобновление древесных и кустарниковых видов с учетом влияния на этот процесс травянистой растительности на двух вырубках на месте ветровала 2017 г. (табл. 21).

После катастрофических нарушений (ветровалов, пожаров или сплошных рубок) резко меняются экологические условия. Изменение светового режима приводит к быстрой смене живого напочвенного покрова. Характер и степень влияния травянистых растений на естественное возобновление зависят от их видового состава и проективного покрытия. Важно понимать, в каком направлении пойдет восстановление леса на месте погибших насаждений после катастрофических явлений (Киселева, 2019).

Успех возобновления на сплошных лесосеках зависит от их размеров и расположения. Также на последующее возобновление влияние оказывает наличие и породный состав стен леса (Турский, 1954; Пугачевский, Серенкова, 2015). Необходимо также учитывать, что со временем условия произрастания могут существенно изменяться (климатические, эдафические и антропогенные факторы).

В Московском регионе безусловный приоритет отдается искусственному лесовосстановлению, количество исследований естественных процессов после катастрофических нарушений ограничено.

Особый интерес представляет восстановительная динамика фитоценозов на начальных стадиях их формирования, так как именно на данном этапе закладывается направление развития фитоценоза после проведения сплошной рубки.

Таблица 21. Характеристика насаждений, произраставших в Серебряноборском опытном лесничестве на месте ветровала

Вырубка	Квартал	Выдел	Площадь, га	Состав	Тип леса
№ 1	44	9	7,76	10С+Б	Сосняк сложный
	45	14		8С1Б1Ос+Лп+Д	
№ 2	59	2	7,79	8Б2Ос	Березняк разнотравный
		3		6Б2Ос2Олс	
		7		6Б2Ос1Олс1Д	
	45	22		7С3Б+Ос+Д	Сосняк сложный
		23		9С1Б	
		24		6Б3Ос1Олс+С	
		25		7С3Б	

6.1. Динамика древесно-кустарниковой растительности

Характер формирования лесных сообществ обусловлен конкурентными взаимоотношениями между древесной растительностью. Изучение спелых и перестойных сосновых насаждений не позволяет определить начальные стадии их формирования (Рысин, Савельева, 2008).

В 2020 году на вырубке № 1 численность сосны составляла 2860 шт./га, а березы – 1860 шт./га и осина – 410 шт./га. В 2021 год на вырубке № 1 данные виды упрочили свое доминирование, численность сосны составила 10680 шт./га, березы – 5510 шт./га, осины – 1640 шт./га. Подлесочные породы: ива козья – 2140 шт./га, а рябина – 1770 шт./га. На шестой год после ветровала (2023 г.) численность сосны и березы снизилась до 7860 и 3570 шт./га соответственно, при этом численность осины и ива козье увеличилась до 5430 и 4210 шт./га соответственно. Численность рябины за исследуемый период варьирует в диапазоне от 1500 до 3000 шт./га (рис. 52).

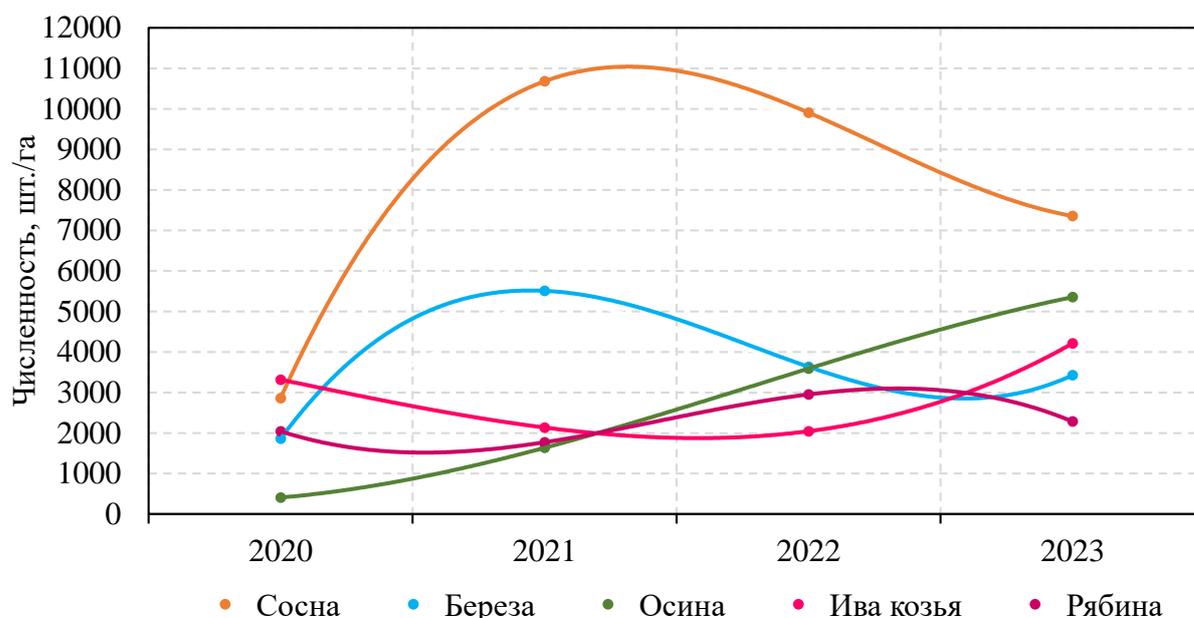


Рисунок 52. Численность основных древесных пород на вырубке № 1

На вырубке № 2 в 2020 году численность сосны составляла 1890 шт./га, березы – 4420 шт./га и осины – 1150 шт./га. В 2021 году численность сосны, осины и ивы козьей значительно увеличилась и составила 5300, 2540 и 3180 шт./га соответственно, а численность березы сохранилась на прежнем уровне и составила – 4405 шт./га. За последний год отмечается значительное увеличение численности всех основных древесных видов. Численность рябины за исследуемый период варьирует от 440 до 1500 шт./га (рис. 53). На шестой год отмечается значительное доминирование ивы козьей по численности среди древесных видов (8170 шт./га).

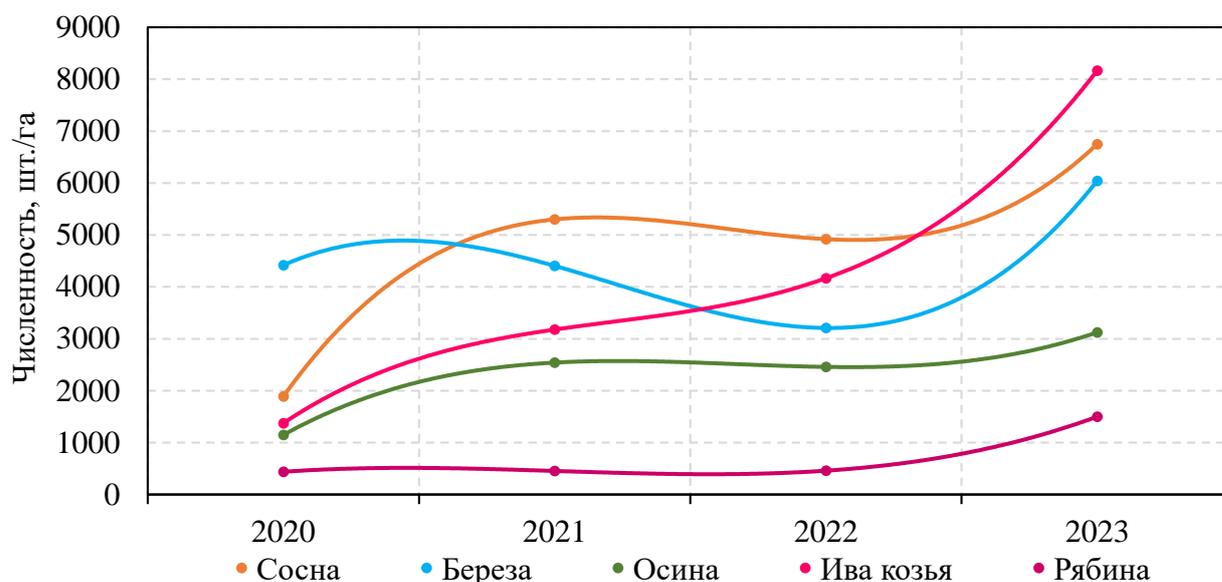


Рисунок 53. Численность основных древесных пород на вырубке № 2

Количество сосны на обеих вырубках превосходит количество сопутствующих видов, однако по средней высоте береза и осина значительно опережают сосну (Лежнев, 2022).

Анализ флористического состава показал, что на вырубке № 1 обнаружено 11 видов деревьев (65 % от общего количества видов деревьев и кустарников) и 6 – кустарников (35 %). На вырубке № 2 среди древесно-кустарниковой растительности обнаружено: 8 видов деревьев (61 % от общего числа видов) и 5 видов кустарников (39 %). На обеих вырубках в возобновлении доминируют береза, осина и сосна.

Установлена общая численность древесно-кустарниковой растительности на шестой год после осуществления сплошной санитарной рубки на вырубках (рис. 54).

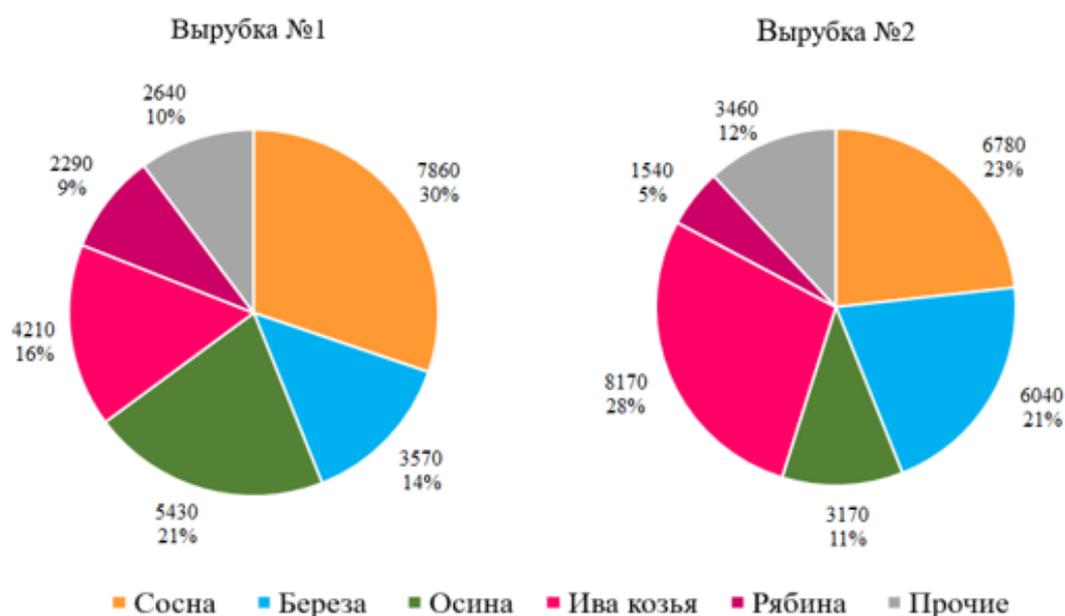


Рисунок 54. Долевое участие древесных и кустарниковых видов на вырубках в 2023 г.

Количество деревьев и кустарников в 2023 году на вырубке № 1 составило 26,0 тыс. шт./га, в том числе 7,86 тыс. шт./га сосны обыкновенной. На вырубке № 2 количество деревьев и кустарников составляет 29,2 тыс. шт./га, из которых 6,78 тыс. шт./га приходится на долю сосны, однако ива козья превышает по количеству сосну на 1390 шт./га и составляет 28 %. На обоих объектах исследования доля сосны не превышает 30 % от общей численности древесно-кустарниковой растительности.

Пространственное размещение подроста древесных пород по площади вырубок происходит по-разному. Количество сосны на расстоянии 10 метров от стен леса сильно варьировало, и в среднем составляло 12,0 тыс. шт./га. На расстоянии 30 и 40 метров – 8,5 и 8,3 тыс. шт./га соответственно. Подрост, как сосны обыкновенной, так и лиственных видов на вырубке №1 встречается стохастически по всей площади. Значительное количество подроста сосны обыкновенной было представлено на расстоянии до 50 м от стены леса. По всей вероятности, относительно равномерная встречаемость сосны в центре вырубки № 1 обусловлена обсеменением с обеих стен леса.

На вырубке № 2 распределение основных лесообразующих пород подчиняется определённым закономерностям (рис. 55). Наиболее обильно сосна обыкновенная встречается в непосредственной близости от северной границы вырубки, примыкающей к сосновому лесу. На учетных площадках, непосредственно примыкающих к стене леса количество сосны составляло от 8,0 до 33,0 тыс. шт./га. Сосна обыкновенная встречается на всех учетных площадках, расположенных на расстоянии до 60–70 м от северной границы вырубки. У южной границы вырубки, примыкающей к березняку с участием других пород в составе, сосна обыкновенная встречается эпизодически в незначительном количестве. Как правило, в центре вырубки на учетных площадках возобновление сосны не наблюдается, а у противоположной стены, где сосна обыкновенная в составе древостоя является лишь примесью, подрост сосны встречается единично.

Возобновление березы распределяется по площади вырубки № 2 равномерно. Осина успешно возобновляется на расстоянии до 100 м от стен леса, тогда как в центре вырубки она практически отсутствует. Это может объясняться как особенностями возобновления, так и межвидовой конкуренцией.

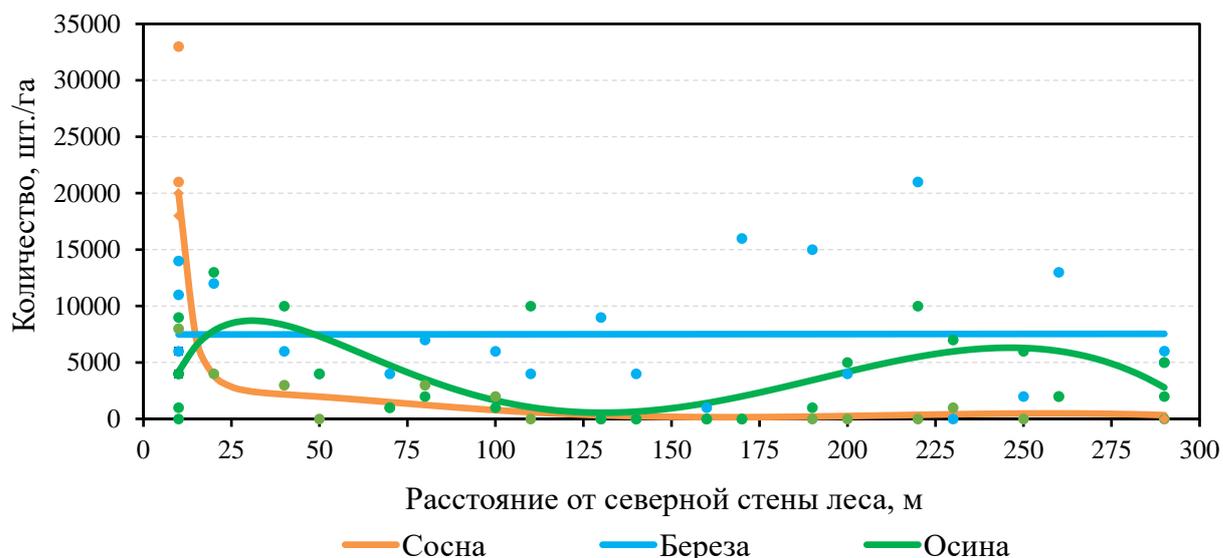


Рисунок 55. Распределение количества деревьев основных лесообразующих пород в зависимости от расстояния от северной стены леса на вырубке № 2 в 2021 г.

Важными показателями адаптации растений являются биометрические параметры: высота и прирост. Эти данные характеризуют состояние растений на момент исследования, а в динамике по ним можно выявить закономерности развития сосны во времени (Зарипов и др., 2021).

Способность расти с различной скоростью является адаптивным механизмом, позволяющим древесным породам формировать в различных условиях роста устойчивые долговечные насаждения (Бабич, Евдокимов, Неволин, 2008).

На вырубке № 1 больше всего экземпляров сосны в средней категории (55 %), в то же время мелколиственные виды (береза и осина) так же преобладают в средней категории – 50 % и 56 % соответственно. Значительное количество мелкого подроста сосны говорит, об успешном естественном возобновлении на шестой год после начала восстановления. Наличие крупного подроста осины (40 %) и березы (15 %) увеличивает вероятность образования сомкнутого полога из мелколиственных видов в ближайшей перспективе.

На вырубке № 2 в составе молодого поколения сосна обыкновенная преобладает в средней категории (60 %). У мелколиственных видов крупный подрост преобладает: береза – 80 % и осина – 75 %, что свидетельствует об их доминировании над сосной (27 %).

В высотной структуре, следует отметить большой разброс высот. Категория крупных и средних экземпляров лиственных видов по высоте на обеих вырубках преобладает, что свидетельствует об их успешном возобновлении на шестой год после нарушений. Сосна обыкновенная существенно уступает в росте по высоте конкурентам (рис. 56).

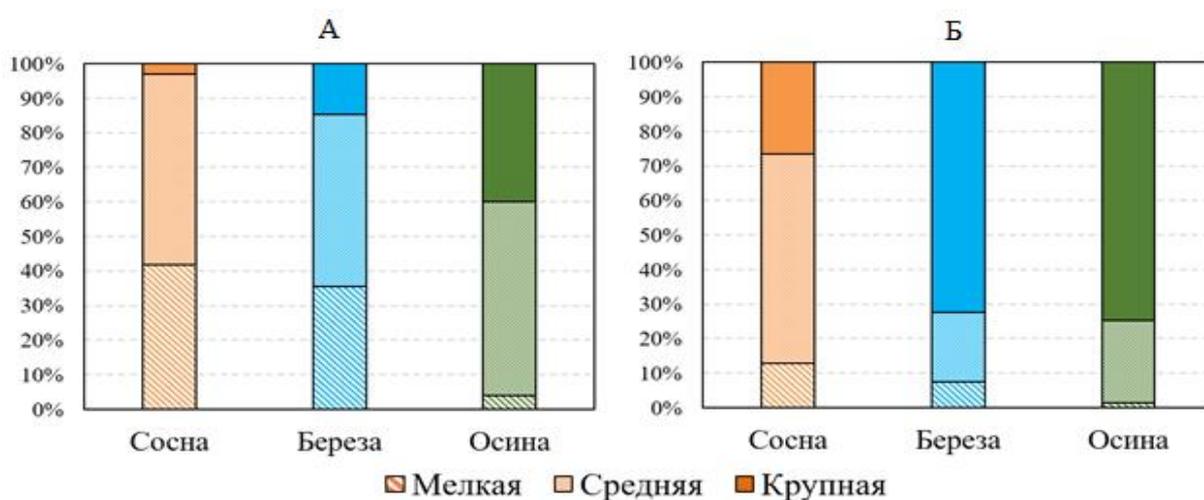


Рисунок 56. Высотная структура основных лесобразующих пород на вырубках № 1 (А) и № 2 (Б) в 2023 г.

Анализируя возрастную структуру сосны на вырубке № 1 можно отметить, что возраст варьирует от 2 до 5 лет, а на вырубке № 2 возраст деревьев составляет от 2 до 6 лет, что свидетельствует об отсутствии однолетних особей главной породы на объектах исследования на шестой год после нарушений (рис. 57).

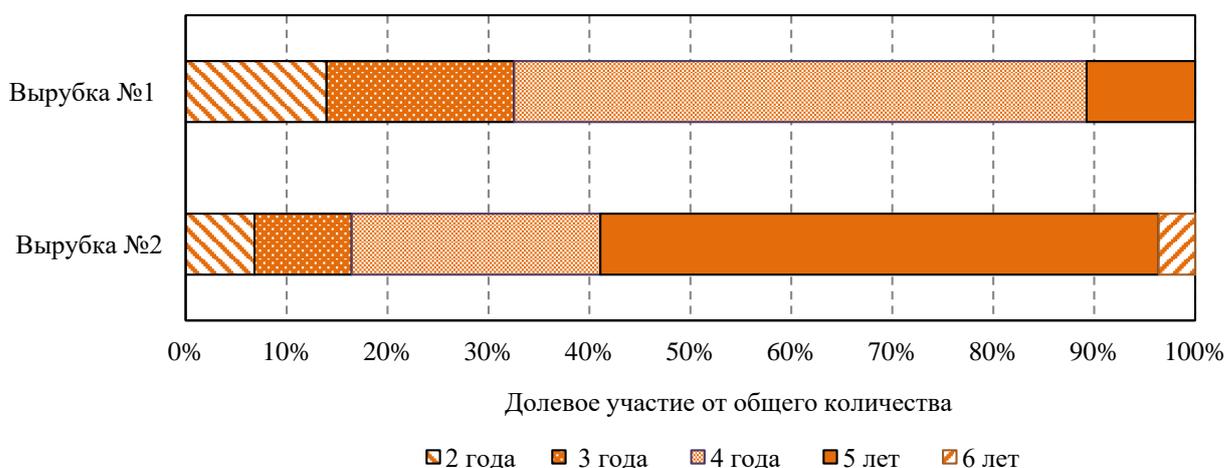


Рисунок 57. Возрастная структура сосны обыкновенной на вырубках в 2023 году

На вырубке № 1 преобладают экземпляры сосны четырехлетнего возраста – 57 %, а на вырубке № 2 больше особей пятилетнего возраста – 54 %. Средний возраст главной породы на объектах исследования: вырубка № 1 – $3,6 \pm 0,1$ года; вырубка № 2 – $4,5 \pm 0,1$ года.

Показателем жизнеспособности древесных растений является прирост по высоте. На обеих вырубках проанализированы средние приросты по высоте сосны в период 2018–2023 гг. (рис. 58).

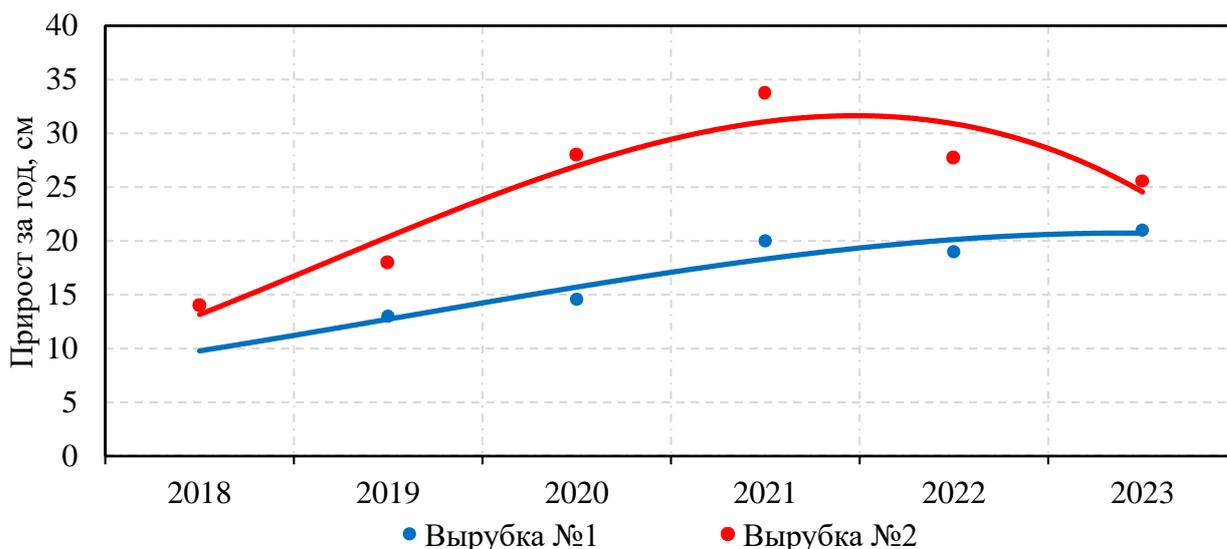


Рисунок 58. Изменение ежегодных приростов сосны обыкновенной на вырубках

На вырубке № 1 отмечается ежегодное увеличение приростов, что свидетельствует о благоприятных условиях для главной породы. На вырубке № 2 прирост за последние два года (2022 и 2023) снижается относительно предыдущих. Это обусловлено высокой межвидовой конкуренцией. В целом на шестой год отмечается выравнивание ежегодных приростов сосны на вырубках в диапазоне 20-30 см.

Древесно-кустарниковая растительность на вырубках № 1 и № 2 существенно отличается по высоте. Средняя высота сосны обыкновенной в 2021 г. на вырубке № 1 была равна 33 см. Средняя высота сосны обыкновенной на вырубке № 2 – 78 см. Средние высоты подроста мелколиственных видов на вырубке №1 в 2021 г. составили: береза – 92 см; осина – 138 см. Минимальная высота березы была равна 15 см, а максимальная – 204 см, осины – 63 см и 239 см соответственно. Средние высоты подлесочных пород варьируют

от 29 до 144 см. Средняя высота данных видов варьировала от 69 до 122 см, при этом высота отдельных особей ивы достигала 2,7 м. На шестой год (2023 г.) наблюдается уменьшение средней высоты у березы на 18 см до 87 см и ивы козьей на 33 см до 122 см относительно 2022 г. (рис. 59).

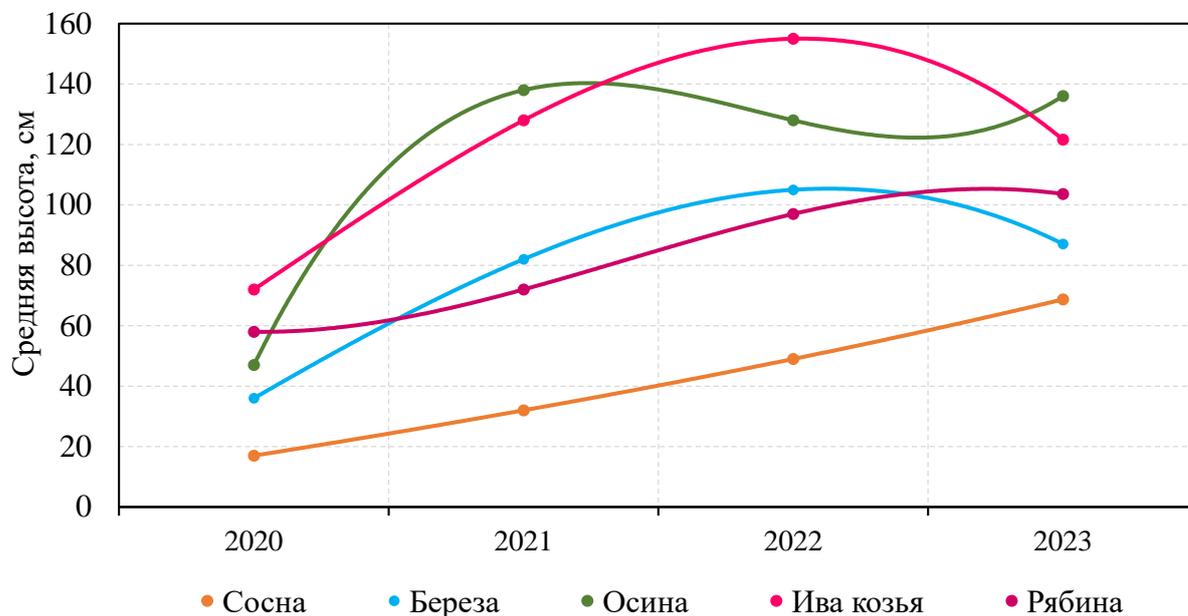


Рисунок 59. Изменение средних высот древесных пород на вырубке № 1

На вырубке № 2 в 2021 г. средняя высота березы равнялась 180 см, а осины – 175 см. Средние высоты подлесочных пород варьировали от 108 до 230 см. Высота отдельных особей ивы достигала 5 м. Прослеживается постепенный рост всех древесных видов. Однако в 2022 г. рябина имеет несущественное снижение количественного показателя, а в 2023 г. отмечается незначительное уменьшение средней высоты у березы на 7 см (204 см). На шестой год у сосны увеличилась средняя высота на 17 см по сравнению с предыдущим, но при этом значительно ниже лиственных видов (рис. 60).

Различия высот всех древесных видов на разных вырубках достоверны по t-критерию Стьюдента при $p < 0,95$. Наибольшая разница высот наблюдается у подростка сосны ($t_{расч.}=16,84$; $t_{крит.}=1,65$), наименьшая – у ивы козьей ($t_{расч.}=1,89$; $t_{крит.}=1,83$). Обе вырубки были расчищены от упавших деревьев в 2018 г., следовательно, их зарастание началось одновременно.

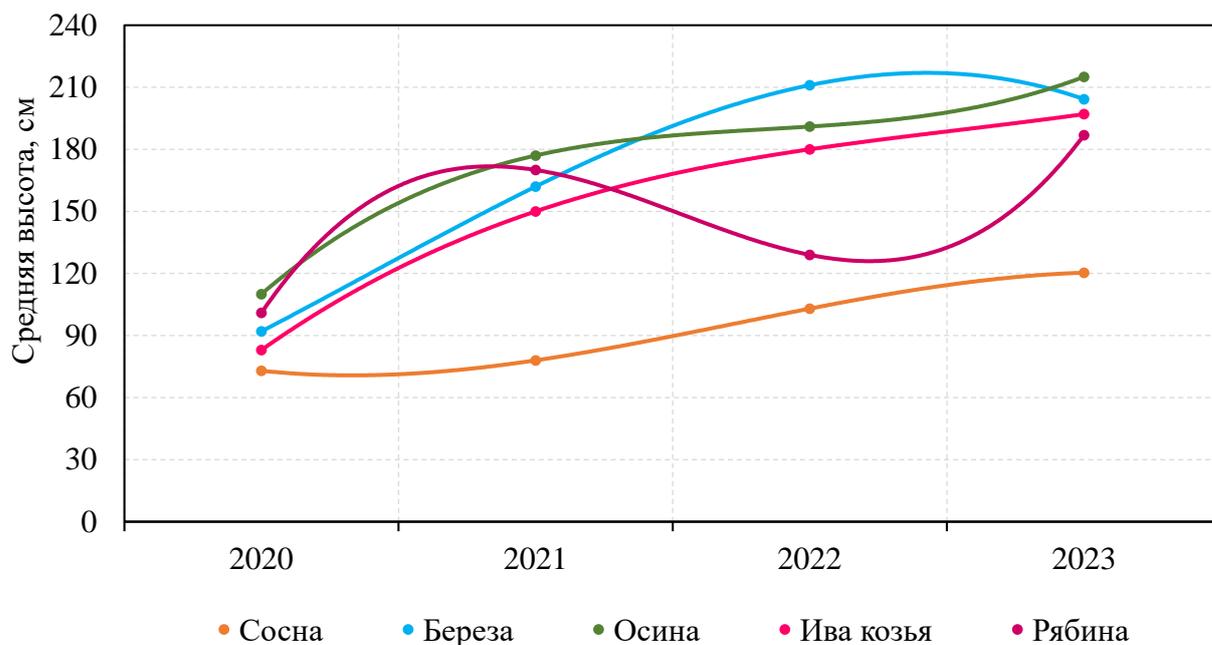


Рисунок 60. Изменение средних высот древесных пород на вырубке № 2

Распределение высот основных лесообразующих пород на объектах исследования показывает доминирование березы и осины, которые, наряду с подлесочными видами (ива козья и рябина обыкновенная), значительно опережают в росте и угнетают сосну. При отсутствии лесохозяйственных мероприятий это в дальнейшем, вероятно, приведет к элиминации большей части экземпляров сосны.

Данные, полученные при исследовании различных таксационных параметров, подвергались статистической обработке и анализу с использованием математических методов (табл. 22).

Молодое поколение основных лесообразующих пород имеет среднюю густоту и составляет от 2317 до 6154 шт./га на пятый год. Коэффициент встречаемости свидетельствует о равномерном размещении видов по всей площади выбранных объектов, однако на вырубке № 2 сосна обыкновенная распространена случайно (встречаемость 54,0 %). На вырубке № 1 средняя численность подроста сосны на учетной площадке – 9,46 шт., на вырубке № 2 – 4,92 шт. соответственно (Лежнев, Куликова, Полякова, 2023). Рассеивание на обеих вырубках по всем породам высокое, так как коэффициент вариации превышает 31% (Данилов и др., 2018). Величина

коэффициента гомогенности говорит о групповом размещении особей на всех вырубках ($KГ > 1$), эти обстоятельства обусловлены биолого-экологическими свойствами исследуемых видов. Для соснового подростка характерно равномерно-случайное распределение на сплошных вырубках независимо от типа леса (Беляева, Данилов, Кази, 2019; Vilek et al., 2018).

Таблица 22. Статистические показатели учета основных лесообразующих видов на пятый год восстановительной динамики

Статистический показатель	Порода					
	Сосна		Береза		Осина	
	Вырубка					
	№ 1	№ 2	№ 1	№ 2	№ 1	№ 2
Численность подростка в переводе на крупный, шт./га	6154	3938	2941	2554	3077	2317
Встречаемость, %	95,5	54,0	81,0	79,0	72,7	70,8
Средняя численность на учетной площадке, шт./10м ²	9,5	4,9	3,6	2,7	3,6	2,5
Ошибка среднего, шт.	±1,93	±1,44	±1,60	±0,58	±0,42	±0,33
Среднеквадратическое отклонение	9,03	7,04	3,73	2,86	1,98	1,60
Коэффициент вариации, %	91,99	143,25	102,54	105,56	54,34	65,15
Точность исследования, %	19,61	29,24	21,86	21,55	11,59	13,30
Коэффициент гомогенности	8,31	10,26	3,82	3,02	1,07	1,04

Высотную структуру ценопопуляции можно характеризовать через редукционные числа по высоте (R_h). Ранговая структура основных лесообразующих пород на вырубках в 2023 году отражена в таблице 23.

Таблица 23. Ранговая структура основных лесообразующих пород на вырубках на шестой год после сплошной санитарной рубки

Порода	Вырубка №1			Вырубка №2		
	$R_h(1)$	$R_h(10)$	ΔR_h	$R_h(1)$	$R_h(10)$	ΔR_h
Сосна	0,21	2,25	2,04	0,44	1,67	1,23
Береза	0,30	2,13	1,83	0,37	1,64	1,27
Осина	0,39	1,89	1,50	0,16	1,91	1,75

Полученный показатель указывает на сильное варьирование высот сосны на вырубке № 1 ($R_h = 2,04$), что объясняется значительным количеством двух-трехлетних особей сосны. Ранговая структура сосны на вырубке № 2 отличается меньшими отклонениями от среднего ранга, чем на вырубке № 1.

6.2. Динамика травянистой растительности

Напочвенный покров является одним из главных экологических факторов, обуславливающих восстановительную динамику фитоценозов после катастрофических нарушений. В качестве фактора, оказывающего влияние на возобновление древесных видов и играющего важную роль в ходе демулационных сукцессий (Смирнова, Чумаченко, 2012), был изучен травянистый покров.

В ходе исследования на вырубках в живом напочвенном покрове зарегистрировано 126 видов сосудистых растений, относящихся к 88 родам из 32 семейств. Наиболее часто встречающиеся семейства *Asteraceae* – 16,7 % и *Poaceae* – 15,1 %, остальные семейства имеют доленое участие от общего количества видов менее 8 % (табл. 24).

Таблица 24. Флористическое разнообразие живого напочвенного покрова на вырубках

№	Семейство	Число родов	Число видов	Доля от общего числа видов, %
1	<i>Asteraceae</i>	18	21	16,7
2	<i>Poaceae</i>	13	19	15,1
3	<i>Caryophyllaceae</i>	5	9	7,1
4	<i>Lamiaceae</i>	8	8	6,3
5	<i>Rosaceae</i>	5	7	5,6
6	<i>Cyperaceae</i>	7	7	5,6
7	<i>Fabaceae</i>	2	6	4,8
8	<i>Scrophulariaceae</i>	3	5	4,0
9	<i>Juncaceae</i>	2	5	4,0
10	<i>Apiaceae</i>	4	4	3,2
11	<i>Violaceae</i>	1	4	3,2
12	<i>Polygonaceae</i>	3	4	3,2
13	<i>Rubiaceae</i>	1	2	1,6
14	<i>Ranunculaceae</i>	2	2	1,6
15	<i>Onagraceae</i>	2	2	1,6
16	<i>Hypericaceae</i>	1	2	1,6
17	<i>Dryopteridaceae</i>	2	2	1,6
18	<i>Convallariaceae</i>	2	2	1,6
19	<i>Brassicaceae</i>	2	2	1,6
20	<i>Urticaceae</i>	1	1	0,8
21	<i>Primulaceae</i>	1	1	0,8

№	Семейство	Число родов	Число видов	Доля от общего числа видов, %
22	<i>Plantaginaceae</i>	1	1	0,8
23	<i>Papaveraceae</i>	1	1	0,8
24	<i>Oxalidaceae</i>	1	1	0,8
25	<i>Melanthiaceae</i>	1	1	0,8
26	<i>Dipsacaceae</i>	1	1	0,8
27	<i>Dennstaedtiaceae</i>	1	1	0,8
28	<i>Crassulaceae</i>	1	1	0,8
29	<i>Campanulaceae</i>	1	1	0,8
30	<i>Balsaminaceae</i>	1	1	0,8
31	<i>Athyriaceae</i>	1	1	0,8
32	<i>Aristolochiaceae</i>	1	1	0,8
	Итого	96	126	100

В живом напочвенном покрове на вырубке № 1 зарегистрировано 86 видов сосудистых растений, на вырубке № 2 – 106. Общее проективное покрытие живого напочвенного покрова на вырубке № 1 изменяется от 60 до 100 % на отдельных учетных площадках и в среднем $83,0 \pm 15,3$ %, а на вырубке № 2 – от 30 до 100 % на отдельных площадках и в среднем $86,0 \pm 19,3$ %.

Среди травянистых растений возобновлению сосны в наибольшей степени препятствует *Calamagrostis arundinacea* (L.) Roth, который образует сильное задернение. Данный вид господствует и определяет условия размещения и существования остальных видов травянистых и древесно-кустарниковых растений в местах доминирования (Мелехов, 1962; Обыденников, Кожухов, 1977).

Наиболее часто встречаются *Calamagrostis arundinacea* (L.) Roth, *Deschampsia cespitosa* (L.) P. Beauv, *Luzula pilosa* (L.) Willd и *Carex digitata* L. Местами сохранились *Pteridium aquilinum* (L.) Kuhn, образующий значительные по площади куртины, а также *Convallaria majalis* L.

Виды живого напочвенного покрова на четвертый год, которые встречаются на обеих вырубках и имеют проективное покрытие не менее 5 % приведены в таблице 25.

Таблица 25. Основные виды живого напочвенного покрова на четвертый год после сплошной санитарной рубки

Вид	Вырубка № 1		Вырубка № 2	
	Встречаемость %	Проективное покрытие (сред. / макс.), %	Встречаемость %	Проективное покрытие (сред. / макс.), %
<i>Calamagrostis arundinacea</i> (L.) Roth	36	30/50	58	25/50
<i>Agrostis tenuis</i> Sibth.	18	25/40	8	30/50
<i>Chamaenerium angustifolium</i> (L.) Scop.	23	35/50	13	10/10
<i>Pteridium aquilinum</i> (L.) Kuhn	9	75/75	5	75/75
<i>Deschampsia cespitosa</i> (L.) P. Beauv.	50	15/25	4	10/10
<i>Solidago canadensis</i> L.	9	15/25	29	5/5
<i>Veronica officinalis</i> L.	14	5/10	4	5/5
<i>Luzula pilosa</i> (L.) Willd.	55	15/25	25	10/25
<i>Cirsium vulgare</i> (Savi) Ten.	14	5/5	4	25/25
<i>Fragaria vesca</i> L.	73	25/50	4	5/5
<i>Carex digitata</i> L.	45	15/25	8	5/10
<i>Convallaria majalis</i> L.	32	5/10	13	10/25
<i>Succisa pratensis</i> Moench	9	5/5	4	5/5
<i>Hypericum maculatum</i> Crantz	9	5/5	13	5/5
<i>Artemisia vulgaris</i> L.	5	10/10	8	10/25

На вырубке № 1 в 2020 году в напочвенном покрове доминировали *Fragaria vesca* L., *Carex pallescens* L., *Agrostis tenuis* Sibth. На 2021 год доминировали *Fragaria vesca* L., *Calamagrostis arundinacea* (L.) Roth, *Deschampsia cespitosa* (L.) P. Beauv., *Luzula pilosa* (L.) Willd. В 2023 году преобладали *Calamagrostis epigeios* (L.) Roth, *Carex digitata* L., *Chamaenerion angustifolium* (L.) Scop., *Solidago canadensis* L., *Agrostis capillaries* L., *Gnaphalium sylvaticum* L. За исследуемый период на вырубке № 1 произошло значительное изменение состава и проективного покрытия травянистой растительности.

На вырубке № 2 в 2020 году преобладали: *Fragaria vesca* L., *Erigeron canadensis* L., *Pteridium aquilinum* (L.) Kuhn. На 2021 год доминировали: *Calamagrostis arundinacea* (L.) Roth и *Luzula pilosa* (L.) Willd. В 2023 году преобладали *Rubus idaeus* L., *Calamagrostis epigeios* (L.) Roth, *Chamaenerion angustifolium* (L.) Scop., *Fragaria vesca* L., *Galeobdolon luteum* Huds.

Высота сосны обыкновенной (120 см) сопоставима с высотой травянистой растительности на вырубке № 1 или незначительно превосходит её. При этом на вырубке № 2 высота травянистой растительности варьировала в диапазоне от 0,4 до 1,5 м и в среднем составляет 1,2 м. Это значительно превышает высоту сосны обыкновенной (69 см) на шестой год после рубки. Сосна обыкновенная не способна выдерживать влияния неблагоприятных факторов в виде конкуренции с другими древесными видами и заглушением со стороны травянистой растительности.

За счет обогащения живого напочвенного покрова светлюбивыми растениями, на начальной стадии восстановительной динамики в исследуемых сообществах, отмечается значительное флористическое разнообразие. Однако набор видов, свойственных исходному типу леса, сохранился. В спектре ЭЦГ на обеих вырубках высокая доля участия луговых видов (43 % – вырубка № 1 и 34 % – вырубка № 2), доля неморальных (17 % и 24 %). На вырубке № 2 доля нитрофильных и гигрофильных групп выше, чем на вырубке № 1 (рис. 61).

Менее однородные условия на вырубке № 2 привели к увеличению числа видов за счет появления гигрофильных видов, приуроченных к микроканавкам и микропонижениям, сформированным во время ветровала и в ходе очистки лесосеки. Несмотря на участие луговых видов, травянистый покров сохраняет лесной облик, с высокой долей видов неморальной группы.

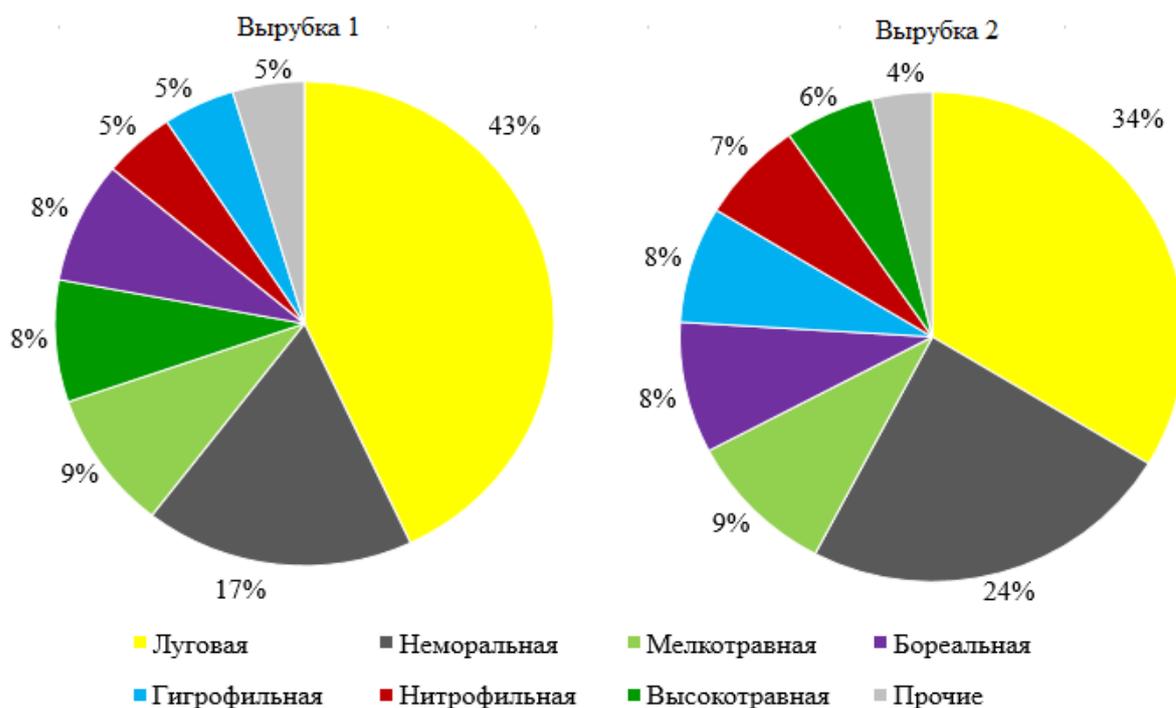


Рисунок 61. Распределение травянистой растительности на вырубках на надпойменных террасах реки Москвы по эколого-ценотическим группам

Кроме того, зарегистрировано 7 чужеродных видов: инвазионные *Solidago canadensis* L., *Erigeron annuus* (L.) Pers., *Erigeron canadensis* L., *Bidens frondosa* L., *Impatiens parviflora* DC., *Juncus tenuis* Willd., а также недавно появившийся и быстро распространяющийся по территории *Geum macrophyllum* Willd.

Для обеих вырубок свойственно высокое значение индекса Шеннона (в среднем на вырубке № 1: $2,7 \pm 0,1$ бит/экз, на вырубке № 2: $2,4 \pm 0,4$ бит/экз.). Расчет несходства Брея-Кертиса – 0,39 и индекса Сьеренсена – 0,69 показал, что флористически обе вырубки довольно близки друг к другу.

Индекс сходства Жаккара на шестой год составил 0,51. Данное различие обусловлено наличием редко встречающихся видов, наиболее представленные виды встречаются на обеих вырубках.

Особенно сильное влияние оказывает *Calamagrostis arundinacea* (L.) Roth, сомкнутый травяной покров которого делает невозможным попадание семян на почву и их прорастание. На вырубках зарегистрировано 6 инвазионных видов, из которых *Solidago canadensis* L., встречается почти на всех учетных площадках и способен оказывать отрицательное влияние на ход естественного возобновления.

И.С. Мелехов (1962) рекомендует выделять тип вырубки, после того как на ней «устоятся» условия среды, а развитие травянистой растительности достигнет своего максимального предела. Название типов вырубок целесообразно давать по общему строению живого покрова в возрасте 4–5 лет. В этот период в составе травяного покрова преобладают наиболее характерные комплексы индикаторных растений. Индикатором типа вырубки может служить не только темп изменения видового состава и степени разрастания живого напочвенного покрова, а также динамика численности, смена состава и скорость последующего возобновления древесных пород. По результатам обследования флористического состава исследуемых объектов их можно классифицировать по типу вырубок как вейниково-разнотравные.

ВЫВОД ПО ГЛАВЕ

Проведенные исследования показывают, что в типе лесорастительных условий – свежие субори (B_2) происходит успешное возобновление сосны на начальных стадиях вторичных сукцессий после сплошной санитарной рубки.

На обеих вырубках по количеству доминируют сосна, береза и осина. Значительно большее количество подроста сосны на вырубке № 1 и ее меньшая высота по сравнению с вырубкой № 2, отчасти могут быть обусловлены формой вырубок, микрорельефом, экспозицией и гидрологическим режимом. При естественном развитии в данных условиях сформируется насаждение с преобладанием лиственных пород, в котором сосна будет представлена единично.

Конкурентные воздействия древесной и травянистой растительности не приводят к абсолютному доминированию последней. Различный характер распределения основных лесообразующих пород по площади вырубок обусловлен эколого-биологическими особенностями видов, в частности, характером распространения семян. Успешное возобновление сосны отмечено на расстоянии до 60–70 м от стены леса. Семена мелколиственных видов, прежде всего березы повислой, способны преодолевать гораздо большие расстояния. Мелколиственные породы встречаются по всей площади исследуемых вырубок.

На шестой год для обеих вырубок характерно высокое видовое разнообразие благодаря участию луговых видов и антропогенно обусловленным особенностям микрорельефа. Сохраняется существенная (почти четверть от общего числа) доля лесных видов, среди которых значительный вклад имеют виды неморальной эколого-ценотической группы, более трети составляет вклад сорных.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате выполненного диссертационного исследования установлено:

1. Сосновые сообщества естественного происхождения в условиях Московского региона отличаются достаточно высокой долговечностью. Старовозрастные сосняки сохраняют высокую продуктивность (в среднем 413 ± 38 м³/га).

2. В спелых и перестойных сосновых древостоях преобладает верховой тип отпада деревьев. На большинстве исследуемых участков коэффициент асимметрии рядов распределения деревьев по толщине больше нуля ($A_s > 0$), а в древостое преобладают деревья с диаметрами меньше среднего.

3. Отмечена протекающая сукцессионная смена сосновых фитоценозов на широколиственные (с преобладанием *Tilia cordata* Mill. и *Acer platanoides* L.), реже на *Picea abies* (L.) H. Karst. Это впоследствии может привести к формированию в Московском регионе насаждений видового состава и структуры, кардинальным образом отличающихся от существующих в настоящее время.

4. В настоящее время в сосновых фитоценозах Московского региона отмечается трансформация структуры во всех ярусах. По материалам длительных наблюдений установлено, что происходит активное внедрение широколиственных пород во второй ярус древостоя начиная с возраста 50 – 70 лет *Pinus sylvestris* L.

5. В травяно-кустарничковом ярусе по эколого-ценотической структуре на большинстве постоянных пробных площадей преобладают неморальные виды. При этом флористическое сходство травяно-кустарничкового яруса на исследуемых объектах низкое ($K_J = 0,19 - 0,30$).

6. Установлено, что для типа лесорастительных условий свежие субори (B₂) на шестой год восстановительной динамики отмечается достаточное количество естественного возобновления *Pinus sylvestris* L. (от 6,78 до 7,86 тыс. шт./га), однако значительная конкуренция со стороны мелколиственных пород приводит к невозможности естественного формирования сосняков в ландшафтах надпойменных террас р. Москвы.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Абатуров, А.В. 150 лет Лосиноостровской лесной даче : из истории национального парка «Лосиный остров» / А.В. Абатуров, О.В. Кочевая, А.И. Янгутов. – Москва: Аслан, 1997. – 237 с.
2. Абатуров, А.В. Естественная динамика леса на постоянных пробных площадях в Подмосковье / А.В. Абатуров, П.Н. Меланхолин. – Российская академия наук, Институт лесоведения. – Тула: Гриф и К°, 2004. – 333 с.
3. Адвентивная флора Москвы и Московской области / С.Р. Майоров [и др.] ; науч. ред. М.С. Игнатов; Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова, Российская академия наук, Главный ботанический сад им. Н.В. Цицина. – Москва: Товарищество научных изданий КМК, 2012. – 412 с.
4. Алексеев, В.А. Световой режим леса / Академия наук СССР, Ботанический институт им. В.Л. Комарова. – Ленинград: Наука, Ленинградское отделение, 1975. – 227 с.
5. Алисов, Б.П. Климатические области и районы СССР / Б.П. Алисов. – Москва: Географгиз, 1947. – 212 с.
6. Анненская, Г.Н. Ландшафты Московской области и их современное состояние / Г.Н. Анненская, В.К. Жучкова, В.Р. Калинина [и др.] – Смоленск: СГУ, 1997. – 296 с.
7. Асеев, А.А. Древние материковые оледенения Европы / А.А. Асеев [и др.] – Академия наук СССР, Институт географии. – Москва: Наука, 1974. – 319 с., [3] л. карт.
8. Атлас «Московская область. История. Культура. Экономика». – Москва: Дизайн-Информация-Картографирование, 2005. – 840 с.
9. Бабич, Н.А. Культуры сосны Вологодской области / Н.А. Бабич, И.В. Евдокимов, Н.Н. Неволин. – Вологда, 2008. – 136 с.

10. Бабич, Н.А. Актуальные проблемы лесовосстановления на Европейском Севере России в рамках перехода к интенсивной модели ведения лесного хозяйства / Н.А. Бабич, С.А. Корчагов, О.А. Конюшатов [и др.] // Известия вузов. Лесной журнал, 2013. – № 2 (332). – С. 74-83.
11. Багинский, В.Ф. Особенности роста сосны и ели при совместном произрастании в лесах Белоруссии / В.Ф. Багинский, Р.Л. Терехова // Лесоведение, 1982. – № 6. – С. 71-78.
12. Багинский, В.Ф. Строение и рост сосновых молодняков искусственного происхождения БССР : специальность 06.561 : автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата сельскохозяйственных наук / Багинский Владимир Феликсович, Брянск, 1972. – 20 с.
13. Бакин, О.В. Основные тренды современной динамики лесных экосистем Волжско-Камского заповедника / О. В. Бакин, А. С. Аюпов, Ю. А. Горшков [и др.] // Вопросы географии. – 2017. – № 143. – С. 249-266.
14. Бахтин, А.А. Типы возрастной структуры заболоченных сосняков Архангельской области / А.А. Бахтин, Н.Н. Соколов // Лесной журнал, 2015. – № 4. – С. 76–84
15. Беднова, О. В. Эвтрофирование экосистемы городского леса: причины и последствия / О.В. Беднова, В.А. Кузнецов, Н.П. Тарасова // Доклады Академии наук. – Федеральное государственное бюджетное учреждение " Российская академия наук", 2018. – Т. 478. – №. 3. – С. 346-351.
16. Беляева, Н.А. Изменение структуры живого напочвенного покрова под воздействием рекреационной нагрузки (на примере городского парка «Сосновка») / Н.В. Беляева, Е.Н. Кузнецов, О.И. Григорьева // Аграрный научный журнал, 2015. – С. 8-12.
17. Беляева, Н.В. Влияние выборочных рубок на развитие нижних ярусов растительности / Н.В. Беляева, А.В. Грязькин, И.А. Кази // Лесной вестник / Forestry bulletin, 2012. – №. 3 (86). – С. 34-41.

18. Беляева, Н.В. Особенности естественного возобновления ели европейской на постагрогенных землях. / Н.В. Беляева, Д.А. Данилов, И.А. Кази // Актуальные проблемы лесного комплекса, 2019. – № 54. – С. 6-10.
19. Беляева, Н.В. Сравнительная оценка структуры живого напочвенного покрова после рубок ухода и комплексного ухода за лесом в сосняках брусничных / Н.В. Беляева, А.В. Грязькин, Н.В. Ковалёв, А.А. Фетисова, И.А. Кази // Вестник Московского государственного университета леса. – Москва: МГУЛ, 2012. – № 6. – С. 194-200.
20. Биоразнообразие и функционирование лесных экосистем. – Москва: Федеральное государственное унитарное предприятие "Академический научно-издательский, производственно-полиграфический и книгораспространительский центр "Наука", 2021. – 327 с.
21. Бобров, Е.Г. Лесообразующие хвойные СССР / Е.Г. Бобров. – Москва, 1978. – 190 с.
22. Бузыкин, А.И. О возрастном строении сосновых древостоев Восточного Прибайкалья / А.И. Бузыкин // Разновозрастные леса Сибири, Дальнего Востока и Урала. – Красноярск: Книжное издательство, 1967. – С. 14-18.
23. Булыгин, Н.Е. Дендрология / Н.Е. Булыгин. – М.: Лесная промышленность, 1985. – 226 с.
24. Быков, А.В. Стационарные исследования влияния рекреации на лесные биогеоценозы [отв. Редактор М.В. Рубцов]; Институт лесоведения РАН. – Тула: Гриф и К, 2008. – 358 с.
25. Вайс, А.А. Динамика роста и устойчивость деревьев сосновых ценозов / А.А. Вайс, А.С. Смольянов // Лесное хозяйство, 2009. – № 3. – С. 32-33.
26. Василевич, В. И. Сосново-широколиственные леса Северо-Запада Европейской России / В. И. Василевич, Т. В. Бибилова // Ботанический журнал. – 2012. – Т. 97, № 10. – С. 1249-1258.

27. Василенко, Н.А. Динамика строения древостоев смешанных лесов Юга Дальнего Востока / Н.А. Василенко // Бюллетень Ботанического сада-института ДВО РАН, 2009. – № 3. – С. 78-86.
28. Васильев, О.Д. Исследование и картографирование экологических функций лесов Московского региона: методика и результаты / О.Д. Васильев, С.В. Чистов // ИнтерКарто. ИнтерГИС, 2018. – Т. 24. – № 1. – С. 348-367.
29. Васильев, О.Д. Картографирование средообразующих функций лесов и их сравнительный анализ в ландшафтах Московской области / О.Д. Васильев // Вестник Московского университета. – серия География, 2020. – № 6. – С. 21-31.
30. Васильев, О.Д. Оценка ценотического разнообразия лесного покрова и его динамики в эталонных ландшафтах Московского региона по данным дистанционного зондирования / О.Д. Васильев, Г.Н. Огуреева, С.В. Чистов // Вестник Санкт-Петербургского университета. Науки о Земле, 2019. – Т. 64 (2). – С. 185–205.
31. Васильев, О.Д. Исследование и картографирование средообразующих функций лесов Новой Москвы / О.Д. Васильев, С.В. Чистов // Известия высших учебных заведений. Геодезия и аэрофотосъемка, 2016. – Т. 60. – № 5. – С. 128–133.
32. Васильева, И.В. Граница Московского оледенения и ее ландшафтное значение / И.В. Васильева // Вестник Московского университета. – серия География, 1961. – № 3. – С. 62-66.
33. Великайнен, М.И. Сосновые леса Карелии и повышение их продуктивности / М.И. Великайнен, С.С. Зябченко, А.А. Иванчиков [и др.]. – Петрозаводск, 1974. – 256 с.
34. Волков, А.Д. Влияние густоты на строение и рост приспевающих насаждений сосняка брусничникового Южной Карелии / А.Д. Волков // Формирование и продуктивность сосновых насаждений Карельской АССР и Мурманской области. – Петрозаводск, 1978. – С. 76-94.

35. Воронова, В.С. К вопросу о классификации растительности вырубок Карелии / В.С. Воронова // Возобновление леса на вырубках и выращивание сеянцев в питомниках. – Петрозаводск, 1964. – С. 22–32.
36. Воскресенский, С.С. Геоморфологическое районирование СССР и прилегающих морей : учебное пособие для студентов географических специальностей вузов / С.С. Воскресенский, О.К. Леонтьев, А.И. Спиридонов [и др.] // Геоморфологическое районирование СССР и прилегающих морей. – Москва: Высшая школа, 1980. – 343 с.
37. Высоцкий, К.К. Закономерности строения смешанных древостоев / К.К. Высоцкий. – Москва: Гослесбумиздат, 1962. – 211 с.
38. Гавриков, В.Л. Моделирование роста деревьев и древостоев в контексте углеродного цикла : автореферат диссертации на соискание ученой степени доктора биологических наук / В.Л. Гавриков. – Якутск, 2016. – 39 с.
39. Гвоздецкий, Н.А. Физико-географическое районирование Нечерноземного центра / Н.А. Гвоздецкий. – Москва: Издательство МГУ, 1963. – 450 с.
40. Геология СССР / под ред. Леоненко И.Н., Сидоренко А.В., Шик С.М. – Том IV. – Москва: Недра, 1971. – 742 с.
41. Гидрометцентр России [Электронный ресурс]. – Режим доступа URL: <https://meteoinfo.ru/climatcities> (дата доступа 23.01.2024).
42. Глазунов, Ю.Б. Формирование сосняков сложных в Серебряноборском опытном лесничестве / Ю. Б. Глазунов, С. А. Коротков, Д. В. Лежнев, А. В. Титовец // Лесоведение. – 2024. – № 6. – С. 595-603. – DOI 10.31857/S0024114824060018.
43. Горнов, А.В. Оценка сукцессионного статуса хвойно-широколиственных лесов европейской части России на основе популяционного подхода / А. В. Горнов, М. В. Горнова, Е. В. Тихонова [и др.] // Лесоведение. – 2018. – № 4. – С. 243-257. – DOI 10.1134/S0024114818040083.

44. Горский, П.В. Элементы леса и закономерности строения древостоев элементов леса / П.В. Горский. – Сб. НТО Лесмпрома. – Выпуск 1. – Ленинград, 1957. – С. 5-81.
45. Гречин, И.П. Почвы Лесной опытной дачи ТСХА / И.П. Гречин // Известия ТСХА. – Москва, 1957. – №1 (11).
46. Грибова, С.А. Растительность Европейской части СССР / С.А. Грибова, Т.И. Исаченко. Е.М. Лавренко; под ред. С.А. Грибовой [и др.] ; Академия наук СССР, Ботанический институт им. В.Л. Комарова. – Ленинград: Наука. Ленинградское отделение, 1980. – 425, [4] с., 3 л. ил., карт.
47. Григорьева, М.В. Фитонцидные свойства насаждений лесопарковой части зеленой зоны города Воронежа : специальность 11.00.11 : диссертация на соискание ученой степени кандидата биологических наук / Григорьева Марина Владимировна, Воронеж, 2000. – 202 с.
48. Громцев, А.Н. Леса заповедника «Костомукшский» структура, динамика, ландшафтные особенности / А.Н. Громцев // Труды Карельского научного центра Российской академии наук. – 2009. – № 2. – С. 71-78.
49. Грязькин, А.В. Возобновительный потенциал таежных лесов (на примере ельников Северо-Запада России) : монография / А.В. Грязькин. – Санкт-Петербург: СПбГЛТА, 2001. – 188 с.
50. Гусев, Д.В. Естественное возобновление сосны после низовых пожаров на территории Ленинградской области / Д.В. Гусев // Известия Санкт-Петербургской лесотехнической академии, 2016. – № 215. – С. 30-40.
51. Гусев, Д.В. Ландшафтные особенности влияния лесных низовых пожаров на возобновление сосны : специальность 06.03.02 : диссертация на соискание ученой степени кандидата сельскохозяйственных наук / Гусев Дмитрий Вадимович; [Место защиты: ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный лесотехнический университет им. С.М. Кирова»] – Санкт-Петербург, 2021. – 235 с.

52. Гуталь, М.М. Жизнеспособность и структура подроста ели под пологом древостоев и на вырубках : специальность 06.03.02 : диссертация на соискание ученой степени кандидата биологических наук / Гуталь Миливоевич Марко; [Место защиты: Санкт-Петербургский государственный лесотехнический университет им. С.М. Кирова]. – Санкт-Петербург, 2014. – 180 с.

53. Данилов, Д.А. Возобновление ели и сосны на постагрогенных землях в ленинградской области. Актуальные проблемы лесного комплекса / Д.А. Данилов, С.С. Мандрыкин, В.И. Шестаков, Т.А. Шестакова, 2018. – № 8 – С. 28-31.

54. Дебков, Н.М. Сукцессионные процессы в южно-таежных лесах / Н.М. Дебков, Ю.Е. Вадбольская, Д.А. Покляцкий, В.-В.Г. Паршина // Леса России и хозяйство в них, 2018. – № 1 (64). – С. 36-45.

55. Докучаев, В.В. Русские Черноземы / В.В. Докучаев. – Санкт-Петербург, 1883. – Т. 3. – 214 с.

56. Дубенок, Н.Н. Результаты экспериментальных работ за 150 лет в Лесной опытной даче Тимирязевской сельскохозяйственной академии / Дубенок Н.Н., Кузьмичев В.В., Лебедев А.В. – Москва: Наука, 2020. – 382 с.

57. Дубенок, Н.Н. Динамика видового состава лесных фитоценозов за 40-летний период в заповеднике «Кологривский лес» / Н.Н. Дубенок, А.В. Лебедев, С.А. Чистяков [и др.] // Вестник Бурятской государственной сельскохозяйственной академии им. В.Р. Филиппова, 2024. – № 1 (74). – С. 59-70.

58. Дубенок, Н.Н. Динамика лесного фонда лесной опытной дачи РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева за 150 лет / Н.Н. Дубенок, В.В. Кузьмичев, А.В. Лебедев // Известия Тимирязевской сельскохозяйственной академии, 2018. – № 4. – С. 5-19.

59. Дубенок, Н.Н. Таксономический анализ флоры сосудистых растений Лесной опытной дачи Тимирязевской академии / Н.Н. Дубенок, А.В. Лебедев, Г.М. Миронова, В.В. Гостев // Природообустройство, 2023. – № 1. – С. 108–114.

60. Дыренков, С.А. Модель и метод прогноза изменений с возрастом структуры древостоев элементов леса // Количественные методы анализа растительности. – Уфа, 1974. – С. 194-197.
61. Дыренков, С.А. Структура и динамика таежных ельников / С.А. Дыренков. – Ленинград: Наука, 1984. – 170 с.
62. Евстигнеев, О. И. Сукцессии сосновых лесов задровой местности в Неруссо-Деснянском полесье / О. И. Евстигнеев, В. Н. Коротков // Бюллетень Брянского отделения Русского ботанического общества. – 2013. – № 1(1). – С. 31-41.
63. Ермоленко, П.М. Сосновые леса Восточного Саяна / П.М. Ермоленко. – Красноярск: ИЛИД, 1987. – 148 с.
64. Ермолова, Л.С. Динамика травяного покрова на вырубках в связи с лесовозобновительными процессами / Л.С. Ермолова. – Москва: Наука, 1981. – 139 с.
65. Жуков, А.Б. Пути повышения продуктивности лесов / А.Б. Жуков, А.И. Бузыкин // Лесоведение, 1977. – № 5. – С. 3-18.
66. Загреев, В.В. Общесоюзные нормативы для таксации лесов / В.В. Загреев [и др.] // Колос. – Москва, 1992. – 495 с.
67. Зайков, Б.Д. Средний сток и его распределение в году на территории СССР / Б.Д. Зайков. – Выпуск 24. – Ленинград ; Москва: издательство и 2-я типолиитография Гидрометеиздата, 1946 (Ленинград). – 148 с., 8 л. карт.
68. Залесов, С.В. Лесоводство : учебник / С.В. Залесов. – Министерство науки и высшего образования Российской Федерации, Уральский государственный лесотехнический университет. – Екатеринбург: УГЛТУ, 2020. – 295 с.
69. Замолодчиков, Д.Г. Естественная и антропогенная концепции современного потепления климата / Д. Г. Замолодчиков // Вестник Российской академии наук. – 2013. – Т. 83, № 3. – С. 227. – DOI 10.7868/S0869587313020230.

70. Замолодчиков, Д.Г. Конверсионные коэффициенты фитомасса/ запас в связи с дендрометрическими показателями и составом древостоев / Замолодчиков Д.Г., Уткин А.И., Коровин Г.Н. // Лесоведение, 2005. – № 6. – С. 73–81.
71. Замолодчиков, Д.Г. Система оценки и прогнозов запаса углерода в лесных экосистемах / Д.Г. Замолодчиков // Устойчивое лесопользование, 2011. – № 4 (29). – С. 15–22.
72. Зарипов, Ю.В. Подрост сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.) на отвалах месторождения хризотил-асбеста / Ю.В. Зарипов, С.В. Залесов, Е.С. Залесова, А.С. Попов, Е.П. Платонов, Н.И. Стародубцева // Известия высших учебных заведений. Лесной журнал, 2021. – № 5 (383). – С. 22-33.
73. Заугольнова, Л.Б. Опыт разработки и использования баз данных в лесной фитоценологии / Л.Б. Заугольнова, Л.Г. Ханина // Лесоведение, 1996. – № 1. – С. 76–83.
74. Зозулин, Г.М. Исторические свиты растительности Европейской части СССР. СССР / Г.М. Зозулин // Ботанический журнал, 1973. – Т. 58 – № 8. – С. 1081-1092.
75. Зябченко, С.С. Сосновые леса Европейского Севера / С.С. Зябченко; отв. ред. Л.К. Поздняков. – Ленинград: Наука, 1984. – 245 с.
76. Ивашкевич, Б.А. Дальневосточные леса и их промышленное будущее / Б.А. Ивашкевич. – Хабаровск: ДВ Огис, 1933. – 168 с.
77. Ивашкевич, Б.А. Девственный лес, его особенности строения и развития / Б.А. Ивашкевич // Лесное хозяйство и лесная промышленность, 1929. – № 10. – С. 36-44; № 11. – С. 40–47; № 12. – С. 41-46.
78. Исаев, А.С. Основные направления научных исследований: защитные и социальные аспекты / А.С. Исаев // Лесное хозяйство, 1990. – № 3. – С. 6-10.

79. Исаев, А.С. Сукцессионные процессы в лесных сообществах: модели фазовых переходов / Исаев А.С., Суховольский В.Г., Бузыкин А.И., Овчинникова Т.М. // Хвойные бореальной зоны, 2008. – Выпуск XXV. – № 1-2. – С. 9-15.
80. Казакова, Н.М. Основные черты рельефа Московской области / Н.М. Казакова // Труды института географии. – Выпуск 71, 1957. – С. 5-14.
81. Кази, И.А. Исследование конкурентных отношений между древостоем и подростом в насаждениях, сформированных рубками ухода : специальность 06.03.02 : диссертация на соискание ученой степени кандидата сельскохозяйственных наук: / И.А. Кази. – Санкт-Петербург, 2017. – 175 с.
82. Калинин, М.И. Моделирование лесных насаждений / М.И. Калинин. – Львов: Вища школа, 1978. – 207 с.
83. Карпачевский, Л.О. Физика поверхностных явлений в почве / Л.О. Карпачевский. – Москва: Издательство МГУ, 1985. – 92 с.
84. Киреев, Д.М. Лесное ландшафтоведение / Д.М. Киреев. – Санкт-Петербург: СПбГЛТУ, 2007. – 540 с.
85. Киселева, В.В. Влияние смены пород на видовое разнообразие напочвенного покрова в лесах «Лосиного острова» / В.В. Киселева // Охрана природной среды и эколого-биологическое образование : сборник материалов международной научно-практической конференции, Елабуга, 25–26 ноября 2015 года / под ред. В.В. Леонтьева. – Елабуга: Леонтьев В.В., 2015. – С. 212-216.
86. Киселева, В.В. Динамика типов леса и типов насаждений национального парка «Лосиный остров» / В.В. Киселева // Лесной вестник. Forestry Bulletin, 2019. – Т. 23. – № 2. – С. 20-28. – DOI 10.18698/2542-1468-2019-2-20-28.
87. Киселева, В.В. К структуре ценопопуляций ели на пробных площадях в Национальном парке «Лосиный остров» / В.В. Киселева, С.А. Коротков, Н. А. Истомина, Л. В. Стоноженко // Вестник Московского государственного университета леса – Лесной вестник, 2012. – № 4. – С. 23-31.

88. Киселева, В.В. Тенденции смены породного состава в лесах Лосиного острова / В.В. Киселева, С.А. Коротков, П.В. Скородумов // Вестник Московского государственного университета леса – Лесной вестник, 2016. – Т. 20. – № 5. – С. 65-77.
89. Клушевская, Е.С. Оценка устойчивости сосны обыкновенной к засухе по физиологическим характеристикам хвои / Е.С. Клушевская, Н.Ф. Кузнецова // Лесоведение, 2016. – № 3. – С. 216-222.
90. Ключников, М.В. Естественное возобновление сосны на вырубках и гарях в Приобье / М.В. Ключников, Е.Г. Парамонов. – Вестник Алтайского государственного аграрного университета, 2010. – 4 (66). – С. 56-60.
91. Колданов, В.Я. Смена пород и лесовосстановление / В.Я. Колданов. – Москва-Ленинград, 1966. – 171 с.
92. Колесников, Б.П. Кедровые леса Дальнего Востока / Б.П. Колесников // Дальневосточный филиал АН СССР. – серия Ботаника, 1956. – Т. 2 (4). – 264 с.
93. Колесников, Б.П. Состояние советской лесной типологии и проблема генетической классификации типов леса / Б.П. Колесников // Известия СО АН СССР, 1958. – № 2. – С. 109-122.
94. Колесниченко, М.В. О взаимовлиянии древесных растений посредством фитонцидов / М.В. Колесниченко // Тезисы докладов VII совещания по проблеме фитонцидов. – Киев: Наукова думка, 1975. – С. 46-47.
95. Комин, Г.Е. Возрастная структура древостоев и принципы ее типизации / Комин, Г.Е., Семечкин И.В. // Лесоведение, 1970. – № 2. С. 24-33.
96. Коновалова, И.С. Динамика живого напочвенного покрова на начальных этапах формирования лесных культур средней подзоны тайги / И.С. Коновалова, Д.Ю. Коновалов // Лесной вестник, 2023. – № 2 (27). – С. 27–37.

97. Коротков, В.Н. Таксационная характеристика лесных насаждений как отражение истории природопользования / В.Н. Коротков // Мониторинг состояния природно-культурных комплексов Подмосковья. – Москва, 2000. – С. 101-104.

98. Коротков, С.А. О направлениях лесообразовательного процесса в Северо-Восточном Подмосковье / С.А. Коротков, В.В. Киселева, Л.В. Стоноженко [и др.] // Лесотехнический журнал, 2015. – Т. 5. – № 3 (19). – С. 41–54.

99. Коротков, С.А. Оценка устойчивости лесных сообществ города Троицк (Новая Москва) в условиях возрастающей антропогенной нагрузки / С.А. Коротков, М.В. Ухов // Вклад особо охраняемых природных территорий в экологическую устойчивость регионов: Современное состояние и перспективы : материалы II Всероссийской (с международным участием) конференции, приуроченной к 15-летию создания заповедника «Кологривский лес». – Москва, 2021. – С. 44-53.

100. Коротков, С.А. Смена состава древостоев и устойчивость защитных лесов центральной части Русской равнины / С. А. Коротков. – Москва: Доблесть эпох, 2023. – 168 с.

101. Корчагин, А.А. Строение растительных сообществ / А.А. Корчагин // Полевая геоботаника. – Ленинград: Наука, 1976. – Т. 5. – 313 с.

102. Корчагин, А.А. Теоретические вопросы фитоиндикации : сборник статей / отв. ред. А.А. Корчагин ; Академия наук СССР. Всесоюзное ботаническое общество. – Ленинград: Наука. Ленинградское отделение, 1971. – 214 с.

103. Костышев, В.В. Дифференциация деревьев и возрастная динамика структуры сосновых молодняков искусственного происхождения / В.В. Костышев, В.М. Соловьев // Аграрный вестник Урала, 2015. – № 8 (138). – С. 52–58.

104. Кочергина, М.В. Основы лесопаркового хозяйства : практикум / М.В. Кочергина. – Воронеж: Воронежский государственный лесотехнический университет им. Г.Ф. Морозова, 2018. – 59 с.

105. Кравченко, П.Н. Экологическая оценка территории Тверской области в интересах сохранения редких видов *in situ* на основе каркасно-геоэкологического моделирования : диссертация на соискание ученой степени кандидата географических наук / П.Н. Кравченко. – Тверь, 2015. – 181 с.

106. Крышень, А.М. Растительные сообщества вырубок Карелии / А.М. Крышень. – Москва, 2006. – 264 с.

107. Кудрявцев, А.Ю. Динамика экосистем свежей субори центра Приволжской возвышенности / А.Ю. Кудрявцев // Поволжский экологический журнал, 2022. – (3). – с. 279-291.

108. Кузнецов, В.А. Количественная оценка влияния рекреации на растительность, подстилку и плотность почв / В.А. Кузнецов, И.М. Рыжова, В.М. Телеснина, Г.В. Стома // Вестник Московского университета, 2015. – № 1. – С. 21-29.

109. Кузнецова, Н.Ф. Состояние лесов и динамика их породного состава в Центральном федеральном округе / Н.Ф. Кузнецова, М.Ю. Сауткина // Лесохозяйственная информация : электронный сетевой журнал, 2019. – № 2. – С. 25–45. – URL: <http://lhi.vniilm.ru/> (дата обращения: 22.04.2023).

110. Кузьмичев, В.В. Закономерности динамики древостоев: принципы и модели : [монография] / В.В. Кузьмичев ; отв. ред. Г. Б. Кофман ; Российская академия наук, Сибирское отделение, Институт леса им. В.Н. Сукачева. – Новосибирск: Наука, 2013. – 207 с.

111. Кузьмичев, В.В. Закономерности роста древостоев / В.В. Кузьмичев. – Новосибирск: Наука, 1977. – 157 с.

112. Кулясова, О.А. Динамика травяно-кустарничкового яруса при создании культур сосны обыкновенной на вырубках березняков в северной лесостепи Западной Сибири : специальность 03.00.16 : диссертация на соискание ученой степени кандидата биологических наук / Кулясова Оксана Алексеевна, 2020. – 172 с.
113. Куркин, К.А. Критерии, факторы, типы и механизмы устойчивости фитоценозов / К.А. Куркин // Ботанический журнал, 1994. – Т. 79. – № 1. – С. 3-13.
114. Курнаев, С.Ф. Лесорастительное районирование СССР / Курнаев С.Ф., 1973. – 203 с.
115. Кутявин, И.Н. Строение древостоев Северотаежных сосняков / И. Н. Кутявин, А. В. Манов, А. Ф. Осипов, М. А. Кузнецов // Известия высших учебных заведений. Лесной журнал, 2021. – № 2 (380). – С. 86-105.
116. Кутявин, И.Н. Долговременная динамика состава, строения и состояния древостоев северотаежных сосняков на Европейском Северо-Востоке России / И. Н. Кутявин, А. В. Манов, А. Ф. Осипов, К. С. Бобкова // Сибирский лесной журнал, 2023. – № 2. – С. 17-25.
117. Кутявин, И.Н. Строение древостоев и состояние подроста старовозрастных сосняков в предгорьях Урала (бассейн верхней Печоры) / И.Н. Кутявин // Лесоведение, 2013. – № 1. – С. 46–55.
118. Лавренко, Е.М. Основные закономерности растительных сообществ и пути их изучения / Е.М. Лавренко // Полевая геоботаника. – Т. 1, Москва ; Ленинград, 1959. – С. 60-80.
119. Лавренко, Е.М. Успехи и очередные задачи в изучении биогеоценозов суши в СССР / Е.М. Лавренко, Н.В. Дылис // Ботанический журнал, 1968. – Т. 43. – № 2. – С. 156-168.
120. Лаур, Н.В. Происхождение, распространение, систематика и некоторые подходы при селекции *Pinus sylvestris* L. / Н.В. Лаур, А.П. Царев // Вестник Московского государственного университета леса. – Лесной вестник, 2012. – № 2. – С. 8-13.

121. Лебедев, А.В. Динамика продуктивности и средообразующих свойств древостоев в условиях городской среды (на примере Лесной опытной дачи Тимирязевской академии) : специальность 06.03.02 : диссертация на соискание ученой степени кандидата сельскохозяйственных наук / Лебедев Александр Вячеславович. – Санкт-Петербург, 2019. – 234 с.

122. Лебедев, А.В. Прогнозирование роста по средней высоте культур сосны с использованием обобщенного алгебраического разностного подхода / А.В. Лебедев // Известия Санкт-Петербургской лесотехнической академии, 2022^а. – № 238. – С. 49-66.

123. Лебедев, А.В. Ход естественных процессов в древостоях ядра заповедника «Кологривский лес» / А. В. Лебедев // Вклад особо охраняемых природных территорий в экологическую устойчивость регионов: Современное состояние и перспективы: Материалы всероссийской (с международным участием) конференции, Кологрив, 20–21 сентября 2018 года. – Кологрив, 2018. – С. 6-14.

124. Лебедев, С.И. Физиология растений / С. И. Лебедев. – Москва: Агро-промиздат, 1988. – 544 с.

125. Лебедев, А.В. Обобщенная модель распределения диаметров деревьев в сосновых древостоях / А.В. Лебедев // Лесной вестник = Forestry Bulletin, 2022^б. – Т. 26. – № 4. – С. 53-62.

126. Лебков, В.Ф. Принципы и методы изучения строения и динамики древостоев / В.Ф. Лебков // Совершенствование методов таксации и устройства лесов Сибири. – Москва: Наука, 1967. – С. 5–27.

127. Лебков, В.Ф. Типы строения древостоев / В.Ф. Лебков // Лесоведение, 1989. – № 4. – С. 12-20.

128. Левин, В.И. Сосняки европейского Севера: строение, рост и таксация древостоев / В.И. Левин. – Москва: Лесная промышленность, 1966. – 154 с.

129. Лежнев, Д. В. Восстановительная динамика сосновых фитоценозов на вырубках в надпойменных террасах реки Москвы / Д.В. Лежнев, Д.Д. Куликова, Г. А. Полякова // Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: Экология и безопасность жизнедеятельности. – 2023. – Т. 31, № 4. – С. 447–467. – DOI 10.22363/2313-2310-2023-31-4-447-467.

130. Лежнев, Д. В. Динамика и устойчивость сосновых древостоев в урбозкосистемах лесной опытной дачи РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева / Д.В. Лежнев, А.В. Лебедев // Известия Санкт-Петербургской лесотехнической академии. – 2023б. – № 245. – С. 93–111. – DOI 10.21266/2079-4304.2023.245.93-111.

131. Лежнев, Д. В. Естественное возобновление под пологом сосновых насаждений в урбанизированной среде / Д. В. Лежнев // Материалы Международной научной конференции молодых учёных и специалистов, посвящённой 150-летию со дня рождения А.Я. Миловича : Сборник статей, Москва, 03–05 июня 2024 года. – Москва: Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева, 2024. – С. 154-157.

132. Лежнев, Д. В. Естественное возобновление под пологом сосновых фитоценозов в Московском регионе / Д.В. Лежнев, С.А. Коротков // Известия Санкт-Петербургской лесотехнической академии. – 2024. – № 248. – С. 6-26. – DOI 10.21266/2079-4304.2024.248.6-26.

133. Лежнев, Д. В. Живой напочвенный покров сосновых фитоценозов Яузского лесопарка «Лосинового острова» / Д. В. Лежнев, В. А. Меняева // Проблемы озеленения крупных городов : Сборник статей XXII Научно-практического форума, Москва, 29–30 августа 2023 года. – Москва: ООО "МК-ИНТЕРТРЕЙД", ООО "ИНТЕК", 2023. – С. 113-118.

134. Лежнев, Д. В. Трансформация структуры сосновых формаций в урбанизированных экосистемах Москвы / Д.В. Лежнев, А.В. Лебедев // Вестник Оренбургского государственного педагогического университета. Электронный научный журнал. – 2023а. – № 2(46). – С. 74–88. – DOI 10.32516/2303-9922.2023.46.5.

135. Лежнев, Д.В. Видовой состав и структура живого напочвенного покрова в сосновых фитоценозах Лесной опытной дачи Тимирязевской академии / Д.В. Лежнев // Материалы Международной научной конференции молодых учёных и специалистов, посвящённой 180-летию со дня рождения К.А. Тимирязева (г. Москва, 5–7 июня 2023 г.). – Москва: Издательство РГАУ–МСХА, 2023б. – С. 59–63.

136. Лежнев, Д.В. Возобновление под пологом сосняков и на вырубках в ближайшем Подмосковье / Д.В. Лежнев // Повышение эффективности лесного комплекса: Материалы Восьмой Всероссийской национальной научно-практической конференции с международным участием (Петрозаводск, 24 мая 2022 года). – Петрозаводск: Петрозаводский государственный университет, 2022. – С. 95–97.

137. Лежнев, Д.В. Возобновление под пологом сосняков Лосиноостровского лесопарка национального парка "Лосиный остров" / Д.В. Лежнев, Е.М. Шухин, Д. Дубей // Интенсификация использования и воспроизводства лесов Сибири и Дальнего Востока: Материалы Всероссийской научной конференции (Хабаровск, 7-8 октября 2021 года). – Хабаровск: ФБУ «ДальНИИЛХ», 2021. – С. 131–137.

138. Лежнев, Д.В. Динамика сосновых лесов в Серебряноборском участковом лесничестве Московской области / Д.В. Лежнев, Д. Дубей, Ю.Б. Глазунов, С.А. Коротков // Вопросы геологии и комплексного изучения экосистем Восточной Азии: Сборник докладов, электронное издание, Благовещенск (4–7 октября 2022 года). – Благовещенск: ИГиП ДВО РАН, 2022а. – С. 217–219.

139. Лежнев, Д.В. Динамика сосняков сложных в условиях ближнего Подмосковья / Д.В. Лежнев, Ю.Б. Глазунов, С.А. Коротков, Г.А. Андреев // Организмы, популяции и сообщества в трансформирующейся среде: Сборник материалов XVII Международной научной экологической конференции (Белгород, 22–24 ноября 2022 года). – Белгород: Белгородский государственный национальный исследовательский университет, 2022б. – С. 102–105.

140. Лежнев, Д.В. Строение сосновых фитоценозов в Московском регионе под влиянием климатических трансформаций / Д.В. Лежнев // Лесные экосистемы в условиях изменения климата: биологическая продуктивность и дистанционный мониторинг (Йошкар Ола, 10-11 октября 2023 г.), 2023а. – № 9. – С. 63–73.

141. Лежнев, Д.В. Структура сосняков сложных национального парка «Лосиный остров» / Д.В. Лежнев, В.А. Меняева, Н.Ф. Кривошапов // Актуальные проблемы развития лесного комплекса: Материалы XX Международной научно-технической конференции, Вологда (6 декабря 2022 года). – Вологда: Вологодский государственный университет, 2022. – С. 152–158.

142. Лежнев, Д.В. Формирование сосновых формаций в надпойменных террасах реки Москвы / Д.В. Лежнев, Д. Дубей // Актуальные проблемы экологии и природопользования: Сборник научных трудов XXIV Международной научно-практической конференции (Москва, 20–22 апреля 2023 года) – Москва: Российский университет дружбы народов (РУДН), 2023. – С. 101–105.

143. Лежнев, Д.В. Эколого-фитоценотический анализ травяно-кустарничкового яруса в сосновых лесах национального парка «Лосиный остров» / Д.В. Лежнев, В.А. Меняева // Природоподобные растительные сообщества в городе: от теории к практике: Сборник статей Научно-практического симпозиума, Москва, 29 августа 2024 года. – Москва: ООО "Эксперт-Печать", 2024. – С. 52-56.

144. Леса Восточного Подмосковья / под ред. Л.П. Рысина. – Москва: Наука, 1979. – 184 с.

145. Леса Европейской территории России в условиях меняющегося климата / А.В. Ольчев, В.К. Авилов, А.С. Байбар [и др.]. – Москва : Общество с ограниченной ответственностью Товарищество научных изданий КМК, 2017. – 276 с. – ISBN 978-5-9909884-1-5.

146. Леса Западного Подмосковья / А.В. Абатуров, А.Д. Вакуров, С.А. Ильинская [и др.] ; отв. ред. Л. П. Рысин. – Москва: Наука, 1982. – 234 с.
147. Леса Северного Подмосковья / под ред. Л.П. Рысина. – Москва: Наука, 1993. – 315 с.
148. Леса Южного Подмосковья / под ред. Л.П. Рысина. – Москва: Наука, 1985. – 211 с.
149. Лесная энциклопедия: в 2 т. / гл. ред. Г.И. Воробьев; ред. кол.: Н.А. Анучин, В.Г. Атрохин, В.Н. Виноградов [и др.] – Москва: Советская энциклопедия, 1986. – Т. 2. – 631 с. – URL: <http://forest.geoman.ru/> (дата обращения: 28.01.2022).
150. Лесной план Московской области на 2019–2028 годы. Правительство Московской области, Комитет лесного хозяйства Московской области [утвержден Постановлением Губернатора Московской области от 21 марта 2019 г. № 116-ПГ]. – Книга 1. – Красногорск, 2018. – 155 с.
151. Лесохозяйственный регламент Московского учебно-опытного лесничества Московской области [принят приказом Комитета лесного хозяйства Московской области от 14 декабря 2018 г. № 26П-2987].
152. Луганский, Н.А. Структура и динамика сосновых древостоев на Среднем Урале / Н.А. Луганский, З.Я. Нагимов. – Екатеринбург: УГЛТУ, 1994. – 140 с.
153. Лукина, Н.В. Биоразнообразие и климаторегулирующие функции лесов: актуальные вопросы и перспективы исследований / Н. В. Лукина, А.П. Гераськина, А.В. Горнов [и др.] // Вопросы лесной науки. – 2020. – Т. 3, № 4. – С. 1–90. – DOI 10.31509/2658-607x-2020-3-4-1-90.
154. Лукина, Н.В. Глобальные вызовы и лесные экосистемы / Н. В. Лукина // Вестник Российской академии наук. – 2020. – Т. 90, № 6. – С. 528–532. – DOI 10.31857/S0869587320060080.

155. Лукина, Н.В. Приоритетные направления развития лесной науки как основы устойчивого управления лесами / Н.В. Лукина, А.С. Исаев, А.М. Крышень [и др.] // Лесоведение, 2015. – №. 4. – С. 243-254.

156. Лысиков, А.Б. Влияние рекреации на почву лиственных насаждений Серебряноборского опытного лесничества / А.Б. Лысиков, Т.Н. Судницына // Лесоведение, 2008. – № 3. – С. 47-56.

157. Маврищев, В.В. Исследования динамики лесовосстановительных процессов на вырубках / В.В. Маврищев // Проблемы лесоведения и лесоводства, 1991. – Выпуск 45. – С. 74-79.

158. Маевский, П.Ф. Флора средней полосы европейской части России / П.Ф. Маевский. – 11-е изд. – Москва: Товарищество научных изданий КМК, 2014. – 635 с.

159. Макаренко, А.А. О свойствах рядов распределения деревьев в древостоях / А.А. Макаренко // Лесоведение, 1975. – №6. – С. 42–49.

160. Малиновских, А.А. Влияние живого напочвенного покрова на процесс естественного возобновления сосны обыкновенной после рубок в спелых и перестойных насаждениях в ленточных борах Алтайского края / А.А. Малиновских, А.А. Маленко // Вестник Алтайского государственного аграрного университета, 2017. – No. 12 (158). – С. 58-64.

161. Мандрыкин, С.С. Особенности возобновительных процессов древесных пород на постагrogenных землях Северо-Западного региона : специальность 06.03.02 "Лесоведение, лесоводство, лесоустройство и лесная таксация" : диссертация на соискание ученой степени кандидата сельскохозяйственных наук / Мандрыкин Сергей Сергеевич, 2019. – 211 с.

162. Манкус, Р.Ю. Прирост и пользование в сложных сосново-еловых насаждениях Литовской ССР : специальность 06.561 : автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата сельскохозяйственных наук / Манкус Р.Ю. ; [Место защиты: Литовская сельскохозяйственная академия]. – Каунас, 1966. – 24 с.

163. Марков, К.К. Четвертичный период / Марков К. К., Величко А.А. – Т. 3. – Москва: Издательство МГУ, 1967. – 440 с.

164. Маркова, Ю.Л. Оценка воздействия промышленности и транспорта на экосистему национального парка «Лосиный остров» : специальность 25.00.09 : диссертация на соискание ученой степени кандидата геолого-минералогических наук / Ю.Л. Маркова. – Москва, 2003. – 159 с.

165. Маркова, А.К. Экосистемы Восточной Европы в эпоху максимального похолодания валдайского оледенения (24–18 тыс. лет назад) по флористическим и териологическим данным / А. К. Маркова, А.Н. Симакова, А.Ю. Пузаченко // Доклады Академии наук, 2002. – Т. 386. – № 5. – С. 681-685.

166. Мартыненко, О.В. Влияние почвенных факторов на рост и продуктивность сосновых насаждений: на примере ЩУОЛХ Московской области : специальность 06.03.02 : автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата сельскохозяйственных наук / О.В. Мартыненко. – Москва, 2011. – 135 с.

167. Мартынюк, А.А. Изменения климата и леса: возможные последствия и план действий / А.А. Мартынюк, А.Н. Филипчук // Актуальные направления научных исследований XXI века: теория и практика. – 2017. – Т. 5, № 1(27). – С. 276–279

168. Мартынюк, А.А. Состояние и реабилитация сосновых лесов в условиях аэротехногенного загрязнения / А.А. Мартынюк. – Пушкино : Всероссийский научно-исследовательский институт лесоводства и механизации лесного хозяйства, 2018. – 136 с. – ISBN 978-5-94219-239-6.

169. Маслаков, Е.Л. Классификация вырубок и естественное возобновление сосновых лесов среднетаежной подзоны равнинного Зауралья / Е.Л. Маслаков, Б.П. Колесников. – Леса Урала и хозяйство в них. – Выпуск 1. – Свердловск, 1968. – С. 246-279.

170. Маслаков, Е.Л. Формирование сосновых молодняков / Е.Л. Маслаков. – Москва: Лесная промышленность, 1984. – 168 с.

171. Маслов, А. А. Вековой широколиственный лес в центре Москвы: структура и динамика за 20 лет наблюдений // Лесохозяйственная информация. – 2020. – №. 4. – С. 32-39.
172. Маслов, А.А. Сукцессионная динамика древостоя и нижних ярусов в послепожарном 100-летнем сосняке лишайниково-зеленомошном / А. А. Маслов // Лесоведение, 2002. – № 2. – С. 23-29.
173. Мелехов, И.С. Динамическая типология леса / И.С. Мелехов // Лесное хозяйство, 1968. – № 3. – С. 15-20.
174. Мелехов, И.С. Рубки главного пользования / И.С. Мелехов. – Москва: Гослесбумиздат, 1962. – 329 с.
175. Мерзленко, М.Д. Динамика роста сосны в старовозрастных древостоях сложного бора / М.Д. Мерзленко, Ю.Б. Глазунов, Ю.Г. Львов, Е.А. Перевалова // Лесной журнал, 2018. – № 4. – С. 31-39.
176. Мерзленко, М.Д. Обоснование теории волнообразного роста хвойных лесных культур / М.Д. Мерзленко // Лесной вестник. Forestry Bulletin, 2021. – Т. 25. – № 2. – С. 5-9.
177. Мерзленко, М.Д. Рост хвойных интродуцентов в Западном Подмосковье / М.Д. Мерзленко, А.А. Коженкова, П.Г. Мельник // Вестник Алтайского государственного аграрного университета, 2017. – № 5 (151). – С. 86-90.
178. Мирошников, В.С. Особенности роста и строения сосновых культур / В.С. Мирошников // Лесоведение и лесное хозяйство. – Минск, 1971. – Выпуск 4. – С. 127-134.
179. Михайлова, М.И. Состояние, рост и продуктивность экотипов сосны обыкновенной в географических лесных культурах Воронежской области : диссертация на соискание ученой степени кандидата географических наук / М.И. Михайлова, 2022. – 219 с.
180. Моисеев Н. А. Кризис в лесных делах России: истоки и возможные пути выхода из него // Лесной вестник/Forestry bulletin. – 2016. – Т. 20. – №. 3. – С. 116-125.

181. Молчанов, А.А. Гидрологическая роль леса / А.А. Молчанов. – Академия наук СССР. Институт леса. – Москва: Издательство Академии наук СССР, 1960. – 487 с.
182. Молчанов, А.А. Лес и климат / А.А. Молчанов. – Академия наук СССР. Лаборатория лесоведения. – Москва: Издательство Академии наук СССР, 1961. – 279 с.
183. Молчанов, А.А. Сосновые леса и влага / А.А. Молчанов. – Академия наук СССР. Институт леса. – Москва, 1953. – 140 с.
184. Молчанов, А.Г. Влияние сплошной вырубki леса на эмиссию CO₂ с поверхности почвы / А.Г. Молчанов, Ю.А. Курбатова, А.В. Ольчев // Известия Российской академии наук. Серия биологическая. – 2017. – № 2. – С. 190-196. – DOI 10.7868/S0002332916060126.
185. Молчанов, А.А. Влияние леса на окружающую среду / Молчанов А.А. – Академия наук СССР. Лаборатория лесоведения. – Москва: Наука, 1973. – 359 с.
186. Морозов, Г.Ф. Учение о лесе / Г.Ф. Морозов // Введение в биологию леса. – Выпуск 1. – Санкт-Петербург, 1912. – С. 1-83.
187. Морозов, Г.Ф. Учение о лесе / Г.Ф. Морозов. – Москва ; Ленинград: Государственное издательство, 1928. – 368 с.
188. Московский ледниковый покров Восточной Европы / Б.Н. Гурский, Д.Б. Орешкин, В.В. Писарева [и др.] ; отв. ред. Г.И. Горецкий [и др.] – Москва: Наука, 1982. – 239 с.
189. Мошкалеv, А.Г. Научные основы таксации товарной структуры древостоев : специальность 06.03.02 : диссертация на соискание ученой степени доктора сельскохозяйственных наук / А.Г. Мошкалеv. – Ленинград, 1974. – 396 с.
190. Нагимов, З.Я. Закономерности строения и роста сосновых древостоев и особенности рубок ухода в них на Среднем Урале : специальность 06.03.03 : диссертация на соискание ученой степени кандидата сельскохозяйственных наук / З.Я. Нагимов. – Свердловск, 1984. – 329 с.

191. Наумов, В.Д. 150 лет Лесной опытной даче РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева / В.Д. Наумов, А. Н. Поляков. – Москва: Российский государственный аграрный университет – МСХА им. К.А. Тимирязева, 2015. – 345 с.
192. Национальный парк «Лосиный остров» официальный сайт. [Электронный ресурс]. – URL: <https://losinyiostrov.ru/> (дата обращения: 28.01.2022).
193. Неволин, О.А. Основы хозяйства в высокопродуктивных сосняках Севера / О.А. Неволин. – Архангельск: Северо-Западное книжное издательство, 1969. – 103 с.
194. Нейштадт, М. И. История лесов и палеогеография СССР в голоцене / М.И. Нейштадт. – Москва: Издательство академия наук СССР, 1957. – 404 с.
195. Ниценко, А.А. Об изучении экологической структуры растительного покрова / А.А. Ниценко // Ботанический Журнал, 1969. – Т. 54. – № 7. – С. 1002-1014.
196. Новицкая Ю.Е. Физиолого-биохимические основы роста и адаптации сосны на Севере / Ю.Е. Новицкая, П.Ф. Чикина, Г.И. Софронова [и др.]. – Ленинград: Наука. Ленинградское отделение, 1985. – 156 с.
197. Обыденников, В.И. Естественно-исторические аспекты типологии вырубок / В.И. Обыденников, Н.И. Кожухов // Известия высших учебных заведений. Лесной журнал, 2005, (4). – 39-48.
198. Обыденников, В.И. Возобновление леса после проведения сплошных рубок: обзорная информация / В.И. Обыденников. – Москва, 1992. – 60 с.
199. Обыденников, В.И. Типы вырубок и возобновление / В.И. Обыденников, Н.И. Кожухов. – Москва: Лесная промышленность, 1977. – 174 с.
200. Обыденников, В.И. Географические особенности последствий сплошных рубок с использованием агрегатной техники / В.И. Обыденников // Лесное хозяйство, 1996. – № 5. – С. 20-22.

201. Огуреева, Г.Н. Разнообразие лесов Клиньско-Дмитровский гряды в связи с ландшафтньой структурой территории / Огуреева Г.Н., Булдакова Е.В. // Лесоведение, 2006. – № 1. – С. 58-69.

202. Ольчев, А.В. Потоки CO₂ и H₂O в лесных экосистемах в условиях изменяющегося климата (оценка с применением математических моделей) : специальность 03.02.08 "Экология (по отраслям)" : автореферат диссертации на соискание ученой степени доктора биологических наук / Ольчев Александр Валентинович. – Москва, 2015. – 22 с.

203. ООПТ России. Национальный парк «Лосиный остров» [Электронный ресурс]. URL: <https://losinyiostrov.ru> (дата обращения: 24.05.2022).

204. Орлов, М.М. Очерки по организации лесного опытного дела в России / Проф. М.М. Орлов. – Петроград : тип. М.А. Александрова, 1915. – 271 с.

205. Орлов, М.М. Лесная вспомогательная книжка / М.М. Орлов // Москва: Гостехиздат, 1931. – 729 с.

206. Осипенко, А.Е. Рост и развитие искусственных и естественных сосновых древостоев в Алтае-Новосибирском районе лесостепей и ленточных боров : специальность 06.03.02 : диссертация на соискание ученой степени кандидата сельскохозяйственных наук / Осипенко Алексей Евгеньевич; [Место защиты: Уральский государственный лесотехнический университет]. – Екатеринбург, 2020. – 195 с.

207. Осипов, А.Ф. Строение древостоев среднетаежных сосняков лишайниковых на европейском северо-востоке России / А.Ф. Осипов, И.Н. Кутявин, Н.В. Торлопова [и др.] // Вестник института биологии Коми научного центра Уральского отделения РАН. – 2018. – № 4 (206). – С. 2-9.

208. Оценка потоков парниковых газов в экосистемах регионов Российской Федерации. – Москва : Институт глобального климата и экологии имени академика Ю.А. Израэля", 2023. – 345 с. – ISBN 978-5-9631-1090-4.

209. Перевозникова, В.Д. Естественное возобновление на вырубках после применения агрегатной техники / В.Д. Перевозникова // Лесное хозяйство, 1993. – № 3. – С. 22-24.

210. Плужников, А.А. Оценка состояния и средообразующих функций сосновых насаждений Центральной лесостепи: на примере Воронежской области : специальность 06.03.02 : диссертация на соискание ученой степени кандидата сельскохозяйственных наук: / Плужников Алексей Александрович; [Место защиты: Всероссийский научно-исследовательский институт лесоводства и механизации лесного хозяйства]. – Воронеж, 2014. – 167 с.

211. Побединский, А.В. Водоохранная и почвозащитная роль лесов / А.В. Побединский. – издание 2-е. – Пушкино: Всероссийский научно-исследовательский институт лесоводства и механизации лесного хозяйства, 2013. – 208 с.

212. Побединский, А.В. Сосна / А.В. Побединский. – Москва: Лесная промышленность, 1979. – 125 с.

213. Поляков, А.Н. Продуктивность лесных культур / А.Н. Поляков, П.Ф. Ипатов, В.В. Успенский. – Москва: Агропромиздат, 1986. – 240 с.

214. Полякова, Г. А. Возрастная динамика некоторых типов сосновых насаждений Московского региона / Г.А. Полякова, П.Н. Меланхолин // Лесной вестник/Forestry bulletin. – 2019. – Т. 23. – №. 2. – С. 29-34.

215. Полякова, Г.А. Серебряноборское опытное лесничество – основная база биогеоценологических работ Института лесоведения РАН в средней полосе России / Полякова Г.А., Мерзленко М.Д., Глазунов Ю.Б., Коженкова А.А., Колганихина Г.Б., Мельник П.Г. // Лесохозяйственная информация, 2019. – № 4. – С. 67–78

216. Постановление Правительства Московской области от 22 марта 2021 г. № 192/8 «О реорганизации государственного природного заказника областного значения "Леса Серебряноборского лесничества"».

217. Почвы Московской области и их использование : в 2-х томах / Л.Л. Шишов, М. С. Симакова, В. Д. Тонконогов [и др.]. – Том 1. – Москва: Почвенный институт имени В.В. Докучаева, 2002. – 500 с.

218. Правдин, Л.Ф. Сосна обыкновенная. Изменчивость, внутривидовая систематика и селекция / Л.Ф. Правдин. – Москва, 1964. – 192 с.

219. Приказ Министерства природных ресурсов и экологии Российской Федерации от 18.08.2014 № 367 «Об утверждении Перечня лесорастительных зон Российской Федерации и Перечня лесных районов Российской Федерации».

220. Природа Серебряноборского лесничества в биогеоценотическом освещении / [отв. ред. Н. Е. Кабанов] ; Академия наук СССР. Лаборатория лесоведения. – Москва: Наука, 1974. – 392 с.

221. Протопопов, В. В. Анализ экологического значения темнохвойного леса / В. В. Протопопов // Проблемы лесоведения в Сибири. – Москва: Наука, 1977. – С. 25-43.

222. Протопопов, В.В. Средобразующая роль темнохвойного леса / В.В. Протопопов. – Новосибирск: Наука, 1975. – 328 с.

223. Прохоров, В.Н. Инвазионный потенциал недотроги мелкоцветковой (*Impatiens parviflora* DC.) // Весці Нацыянальнай акадэміі навук Беларусі. Серыя біялагічных навук, 2018. – Т. 63. – № 2. – С. 163-170.

224. Пугачевский, А.В. Оценка лесовосстановительных процессов на вырубках сосновых фитоценозов Белорусского Полесья / А.В. Пугачевский, В.А. Серенкова // Труды БГТУ. – Серия 1: Лесное хозяйство, природопользование и переработка возобновляемых ресурсов. – 2015. – № 1 (174). – 83-86 с.

225. Работнов, Т.А. Фитоценология : учебное пособие для вузов по направлению «Биология» и специальности «Ботаника» / Т. А. Работнов. – 3-е изд. – Москва : Издательство МГУ, 1992. – 349 с.

226. Работнов, Т.А. Фитоценология : учебное пособие для биологических специальностей университетов / Т.А. Работнов. – Москва: Издательство МГУ, 1978. – 384 с.

227. Раевский, Б.В. Селекция и семеноводство сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.) и сосны скрученной (*Pinus contorta* Dougl. ex Loud. var. *latifolia* Engelm) на Северо-Западе таежной зоны России : специальность 06.03.01 : диссертация на соискание ученой степени доктора сельскохозяйственных наук / Раевский Борис Владимирович; [Место защиты: Санкт-Петербургская государственная лесотехническая академия им. С.М. Кирова]. – Петрозаводск, 2015. – 322 с.

228. Распоряжение Правительства РФ от 20.09.2018 № 1989-р «Об утверждении Стратегии развития лесного комплекса Российской Федерации до 2030 года».

229. Редькина, Е.А. Особенности строения и динамики развития сосновых насаждений лесопаркового пояса Москвы : специальность 06.03.03 : диссертация на соискание ученой степени кандидата биологических наук / Е.А. Редькина, 2001. – 172 с.

230. Реймерс, Н.Ф. Природопользование: словарь-справочник / Н.Ф. Реймерс. – М.: Мысль, 1990. – 639 с.

231. Рубцов, В. И. Классификация функций и роли леса / В. И. Рубцов // Лесоведение. – 1984. – № 2. – С. 3-9.

232. Рудзкий, А.Ф. Руководство к устройству русских лесов / составитель Александр Рудзкий, проф. Лесн. ин-та. – 2-е изд., испр. и доп. – Санкт-Петербург: А.Ф. Девриен, 1893. – 464 с.

233. Рысин, Л.П. Биогеоэкологические аспекты изучения леса / Л. П. Рысин ; Российская академия наук, Отделение биологических наук РАН, Институт лесоведения. – Москва: Товарищество научных изданий КМК, 2013. – 290 с.

234. Рысин, Л.П. Биогеоэкология лесов сосны обыкновенной / Л.П. Рысин. – Москва: Товарищество научных изданий КМК, 2015. – 302 с.

235. Рысин, Л.П. Лесная типология в СССР / Л.П. Рысин. – Москва: Наука, 1982. – 217 с.

236. Рысин, Л.П. Перспективы развития урболесоведения в России / Л.П. Рысин, С.Л. Рысин // Вестник Московского государственного университета леса – Лесной вестник. – 2007. – № 4. – С. 45-49.

237. Рысин, Л.П. Серебряноборское опытное лесничество: 65 лет лесного мониторинга / Л.П. Рысин [и др.]; отв. ред. Б.Р. Стриганова, А.А. Сиринов, – Москва: Товарищество научных изданий КМК, 2010. – 260 с.

238. Рысин, Л.П. Сложные боры Подмосковья: опыт комплексной характеристики / Л.П. Рысин. – Москва: Наука, 1969. – 112 с.

239. Рысин, Л.П. Сукцессионные процессы в лесах центральной части Русской равнины / Л.П. Рысин // Успехи современной биологии, 2009. – Т. 129. – № 6. – С. 578–587.

240. Рысин, Л.П. Леса Москвы / Л.П. Рысин, Г.А. Полякова, Л.И. Савельева [и др.]. – Москва: Издательский дом Грааль, 2001. – 146 с.

241. Рысин, Л.П. Леса Подмосковья / Л.П. Рысин. – Российская академия наук, отделение биологических наук РАН, Институт лесоведения. – Москва: Товарищество научных изданий КМК, 2012. – 255 с.

242. Рязанов, Р.И. Строение и пространственная организация старовозрастных сосняков южной части Приволжской возвышенности : специальность 03.02.08 : диссертация на соискание ученой степени кандидата биологических наук / Рязанов Р.И.; [Место защиты: Саратовский государственный университет им. Н.Г. Чернышевского]. – Саратов, 2011. – 242 с.

243. Сабо, Е.Д. Класс текущего бонитета по верхней высоте и его использование при бонитировании и анализе хода роста древостоев / Е.Д. Сабо, А.А. Турбин // Лесной журнал, 1994. – № 1. – С. 11-14.

244. Савельева, Л.И. Серебряноборское опытное лесничество – база многолетних стационарных исследований / Стационарные исследования влияния рекреации на лесные биогеоценозы; Институт лесоведения РАН. – Тула: Гриф и К, 2008. – 358 с.

245. Савельева, Л.И. Устойчивость спелых сосняков Серебряноборского опытного лесничества в условиях антропогенного воздействия // Лесоведение, 2005. – № 6. – С. 54-63.
246. Сазонова, Т.А. Эколого-физиологическая характеристика сосны обыкновенной / Т.А. Сазонова, В.К. Болондинский, В.Б. Придача ; Институт леса Карельского НЦ РАН. – Петрозаводск: Verso, 2011. – 207 с.
247. Санников, С.Н. Филогеногеография и генотаксономия популяций вида *Pinus sylvestris* L. / С.Н. Санников, И.В. Петрова // Экология, 2012. – № 4. – С. 252-260.
248. Санников, С.Н. Экология естественного возобновления сосны под пологом леса: монография / С.Н. Санников, Н.С. Санникова ; отв. ред. П.Л. Горчаковский. – Москва: Наука, 1985. – 152 с.
249. Санников, С.Н. Экология и география естественного возобновления сосны обыкновенной / С.Н. Санников ; отв. ред. С.А. Мамаев. – Москва: Наука, 1992. – 263 с.
250. Семенов, Б.А. Притундровые леса европейской части России (природа и ведение хозяйства) / Б.А. Семенов, В.Ф. Цветков, Г.А. Чибисов, Ф.П. Елизаров. – Архангельск: Пресс А, 1998. – 334 с.
251. Скорнякова, Н.С. Интенсификация лесовосстановления на вырубках в Республике Коми / Н.С. Скорнякова // Разработка научных основ и практических рекомендаций по переводу лесосырьевой базы Республики Коми на инновационную интенсивную модель расширенного воспроизводства: сборник материалов научно-практической конференции по научной теме института. – Сыктывкар, 2016. – С. 62-65.
252. Слепых, В. В. Природные и антропогенные факторы и фитонцидная активность древесных пород / В. В. Слепых // Лесное хозяйство, 2004. – № 6. – С.17 – 19.
253. Смирнова, О.В. Концептуальная модель динамики напочвенного покрова / О.В. Смирнова, С.И. Чумаченко // Вестник Московского государственного университета леса. Лесной вестник. – 2012. – № 9. – С. 94-102.

254. Смирнова, О.В. Сукцессия и климакс как экосистемный процесс / О.В. Смирнова, Н.А. Торопова // Успехи современной биологии, 2008. – Т. 128. – № 2. – С. 129-144.
255. Смирнова, О.В. Эколого-ценотические группы в растительном покрове лесного пояса Восточной Европы / О.В. Смирнова, Л.Г. Ханина, В.Э. Смирнов ; под. ред. О.В. Смирновой // Восточноевропейские леса: история в голоцене и современность. – Книга 1. – Москва, 2004. – С. 165-175.
256. Смирнова, О.Г. Экологическая и фитосанитарная оценка лесорастительных условий древостоев на территории Лесной опытной дачи РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева : специальность 06.01.07 : диссертация на соискание ученой степени кандидата биологических наук / О.Г. Смирнова, 2010. – 177 с.
257. Соколов, В.Е. «Лосиный остров» // Заповедники СССР. Национальные парки и заказники / Соколов В.Е. ; ред. Сыроечковский Е.Е. – Москва: АРФ, 1996. – С. 11-33.
258. Соловьев, В.М. Дифференциация деревьев и строения сосновых молодняков / В.М. Соловьев // Леса Урала и хозяйство в них. – Выпуск 14. – Свердловск, 1988. – С. 35-42.
259. Соловьев, В.М. Естественнонаучные основы изучения и формирования древостоев лесных экосистем / В.М. Соловьев. – Екатеринбург: УГЛТУ, 2008. – 351 с.
260. Соловьев, В.М. Комплексная оценка строения и формирования сосновых древостоев различных типов леса подзоны южной тайги Среднего Урала / В. М. Соловьев, К. В. Данилов // Леса России и хозяйство в них. – 2017. – № 3 (62). – С. 10-18.
261. Соловьев, В.М. Морфология насаждений: учебное пособие / В.М. Соловьев. – Екатеринбург: УГЛТА, 2001. – 154 с.
262. Спиридонов, А.И. Геоморфология / А.И. Спиридонов // Геология СССР. – Т. IV. – Москва: Недра, 1971. – С. 679-706.

263. Стационарные гидрологические исследования в лесах Сибири : сборник / отв. ред. д-р с.-х. наук В. В. Протопопов ; Академия наук СССР. Сибирское отделение. Институт леса и древесины им. В.Н. Сукачева. ИЛ и Д СО АН СССР. – Красноярск, 1975. – 241 с.

264. Стоноженко, Л.В. Обоснование возрастов спелости еловых древостоев Московской области на основе анализа их структуры и строения : специальность : 06.03.02 : диссертация на соискание ученой степени кандидата сельскохозяйственных наук / Стоноженко Леонид Валерьевич; [Место защиты: Московский государственный университет леса]. – Москва, 2011. – 144 с.

265. Стороженко, В.Г. Устойчивые лесные сообщества. Теория и эксперимент / В.Г. Стороженко. – Тула: Гриф и Ко, 2007. – 192 с.

266. Сукачѳв, В.Н. Методические указания к изучению типов леса / Сукачѳв В.Н, Зонн С.В. – Москва: Издательство академии наук СССР, 1961. – 143 с.

267. Сукачев, В.Н. Основы лесной биогеоценологии / В.Н. Сукачев. – Академия наук СССР ; Ботанический институт ; Лаборатория лесоведения ; под ред. акад. В.Н. Сукачева и доктора биологических наук Н.В. Дылиса. – Москва: Наука, 1964. – 574 с.

268. Сукачев, В.Н. Терминология основных понятий фитоценологии В.Г. Сукачев // Советская ботаника. – Москва: Издательство академии наук СССР, 1935. – №. 5. – С. 11-21.

269. Суслѳва, Е.Г. Леса Московской области / Е.Г. Суслѳва // Экосистемы: экология и динамика, 2019. – Т. 3. – № 1. – С. 119-190.

270. Суставѳва, О.В. Структура и динамика сосновых древостоев искусственного происхождения в условиях степного Зауралья : специальность 06.03.02 : диссертация на соискание ученой степени кандидата сельскохозяйственных наук / О.В. Суставѳва. – Екатеринбург, 2004. – 217 с.

271. Татаркин, А.И. Методологические вопросы оценки леса как экосистемы / А.И. Татаркин, В.Г. Логинов // Управленец, 2014. – № 6 (52). – С. 4-9.

272. Татарников, Д.В. Динамика структуры старовозрастного сосняка за 70-летний период наблюдений / Д.В. Татарников // Ботаника (Исследования). Минск: «Колорград», 2023 – С. 114-122.

273. Татарников, Д.В. Старовозрастные древостои Серебряноборского лесничества / Д.В. Татарников, Ю.Г. Львов // Лесохозяйственная информация, 2019. – № 4. – С. 79-86.

274. Тахтаджян, А.Л. Флористические области Земли = The floristic regions of the world / А.Л. Тахтаджян. – Ленинград: Наука. Ленинградское отделение, 1978. – 247 с.

275. Тихонова, Н.А. Индивидуальная изменчивость сосны обыкновенной по признакам засухоустойчивости в лесостепных борах Южной Сибири / Н.А. Тихонова, И.В. Тихонова // Сибирский лесной журнал. – 2016. – № 5. – С. 114-124.

276. Ткаченко, М.Е. Общее лесоводство / М.Е. Ткаченко. – Москва ; Ленинград: Гослесбумиздат, 1952. – 598 с.

277. Третьяков, Н.В. Закон единства в строении насаждений. – Москва ; Ленинград: Новая деревня, 1927. – 113 с.

278. Третьяков, С.В. Динамика формирования и продуктивность смешанных сосновых древостоев средней подзоны тайги Европейского Севера России : специальность 06.03.02 : диссертация на соискание ученой степени доктора сельскохозяйственных наук / Третьяков Сергей Васильевич; [Место защиты: Архангельский государственный технический университет]. – Архангельск, 2011. – 334 с.

279. Третьякова, В.А. Динамика распределения деревьев по диаметрам в густых культурах сосны, ели и кедра / В.А. Третьякова // Лесоведение, 2005. – № 5. – С. 72–74.

280. Трунов, А.А. Потери углерода экосистем в результате строительства объектов инфраструктуры на лесных землях в Московской области / А.А. Трунов, А.А. Романовская // Труды Санкт-Петербургского научно-исследовательского института лесного хозяйства. – 2017. – № 2. – С. 4–20.

281. Турский, М.К. Лесоводство / М.К. Турский. – Издание 6-е. – Москва: Сельхозгиз, 1954. – 352 с.
282. Тюрин, А.В. Закономерности в строении лесонасаждений и их использование в лесном хозяйстве / А.В. Тюрин // Сборник работ по лесному хозяйству ВНИИЛМ, 1971. – Выпуск 53. – С. 49-73.
283. Тюрин, А.В. Строение нормальных насаждений // Лесное хозяйство, лесопромышленность и топливо / А.В. Тюрин, 1923 – №1. – С. 10–14.
284. Уиттекер, Р. Сообщества и экосистемы / Р. Уиттекер. – Москва: Прогресс, 1980. – 196 с.
285. Уланова, Н.Г. Восстановительная динамика растительности сплошных вырубок и массовых ветровалов в ельниках Южной тайги (на примере европейской части России) : специальность 03.00.05 : диссертация на соискание ученой степени доктора биологических наук / Уланова Нина Георгиевна. – Москва, 2006. – 434 с.
286. Уланова, Н.Г. Методы анализа флористического состава и функционального разнообразия растительных сообществ / Н.Г. Уланова, П.Ю. Жмылев, Т.Г. Елумеева, В.Э. Федосов // учебное пособие, – М. : МАКС Пресс, 2023. – 137 с.
287. Усольцев, В.А. Биологическая продуктивность лесов Северной Евразии: методы, база данных и ее приложения / В.А. Усольцев. – Екатеринбург: УрО РАН, 2007. – 636 с.
288. Усольцев, В.А. Продуктивность ассимиляционного аппарата лесообразующих видов в климатических градиентах Евразии / В.А. Усольцев // Сибирский лесной журнал, 2017. – № 4. – С. 52-65.
289. Усольцев, В.А. Рост и структура фитомассы древостоев / В.А. Усольцев. – Новосибирск: Наука, 1988. – 253 с.
290. Усольцев, В.А. Фитомасса и первичная продукция лесов Евразии / В.А. Усольцев. – Екатеринбург: УрО РАН, 2010. – 570 с.

291. Усольцев, В.А. Фитомасса лесов Северной Евразии: База данных и география = Forest biomass of Northern Eurasia: database and geography / В.А. Усольцев ; отв. ред. С.Г. Шиятов ; Российская академия наук, Уральское отделение, Ботанический сад, Уральский государственный лесотехнический университет. – Екатеринбург : УрО РАН, 2001. – 708 с.

292. Уфимцев, В.И. Структура живого напочвенного покрова в сосняках на участках рекультивации Кузбасса / В.И. Уфимцев, Т.О. Стрельникова, О.А. Куприянов // Вестник Томского ГУ. Биология. – 2018. – № 44. – С. 36-58.

293. Федосеев, Г.Б. Роль летучих фракций фитонцидов в медицинской практике / Г.Б. Федосеев, С.С. Скворцов, Е.П. Успенская // Тезисы докладов VIII совещания по проблеме фитонцидов. – Киев: Наукова думка, 1979. – 117 с.

294. Феклистов, П.А. Биологические и экологические особенности роста сосны в северной подзоне европейской тайги / П.А. Феклистов, В.Н. Евдокимов, В.М. Барзут. – Архангельск, 1997. – 140 с.

295. Фетисова, А.А. Многофакторный анализ успешности естественного возобновления *Pinus silvestris* L. в условиях Ленинградской области: специальность 06.03.02 : диссертация на соискание ученой степени кандидата биологических наук / Фетисова Анна Александровна; [Место защиты: Санкт-Петербургский государственный лесотехнический университет им. С.М. Кирова]. – Санкт-Петербург, 2013. – 162 с.

296. Фетисова, А.А. Оценка успешности естественного возобновления хвойных пород на вырубках / А.А. Фетисова, А.В. Грязькин, Н.В. Ковалёв, Марко Гуталь // Известия вузов. Лесной журнал. – Архангельск, 2013. – № 6. – С. 7-11.

297. Филипчук, А.Н. Аналитический обзор количественных и качественных характеристик лесов Российской Федерации: итоги первого цикла государственной инвентаризации лесов / А.Н. Филипчук, Н.В. Малышева, Т.А. Золина, С.В. Федоров, А.М. Бердов, В.Н. Косицын, А.Н. Югов, П.С. Кинигопуло // Лесохозяйственная информация, 2022. – № 1. – С. 5–34.

298. Хлюстов, В.К. Моделирование возрастной динамики таксационных показателей географических культур сосны, произрастающих в условиях Лесной опытной дачи РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева / В.К. Хлюстов, А.Н. Поляков, А.В. Красносумова // Известия Тимирязевской сельскохозяйственной академии, 2014. – № 2. – С. 19–34.

299. Холодный, Н. Г. Биологическое значение фитогенных органических веществ атмосферы / Н.Г. Холодный // Бюллетень Московского общества испытателей природы. Отдел биологический. – Москва, 1948. – Т. 53. – Выпуск 1. – С. 53-71.

300. Хотинский, Н.А. Голоцен Северной Евразии / Н.А. Хотинский. – Москва: Наука, 1977. – 199 с.

301. Хрисанов, В.Р. Энергетика природных территориальных комплексов (ПТК) как мера их устойчивости к антропогенному воздействию : специальность 11.00.11 : диссертация на соискание ученой степени кандидата географических наук / В.Р. Хрисанов. – Пушкино, 1998. – 125 с.

302. Цай, С.И. Сравнительная продуктивность сосново-еловых и чистых еловых насаждений при одинаковых лесорастительных условиях / С. И. Цай // Вопросы лесоведения и лесоводства : сборник статей. – Минск : Вышэйшая школа, 1965. – Выпуск 1. – С. 239-244.

303. Царьков, А.С. Строение сосновых молодняков / А.С. Царьков. – Москва: Лесная Промышленность, 1967. – 28 с.

304. Цветков, В.Ф. Лесной биогеоценоз. Издание второе, исправленное, дополненное. Архангельск, 2004. – 267 с.

305. Цветков, В.Ф. Лесовозобновление / В.Ф. Цветков. – Архангельск: Издательство АГТУ, 2008. – 212 с

306. Цветков, В.Ф. Сосняки Кольской лесорастительной области и ведение хозяйства в них / В.Ф. Цветков. – Архангельск: Издательство АГТУ, 2002. – 380 с.

307. Цельникер, Ю.Л. Световой режим и формирование фотосинтетического аппарата лесных древесных растений: специальность 03.00.12: диссертация на соискание ученой степени доктора биологических наук / Цельникер, Юдифь Львовна. – Москва, 1977. – 332 с.

308. Черненькова, Т. В. Состав и структура еловых лесов юго-западного Подмосковья / Т.В. Черненькова, О.В. Морозова, М.Ю. Пузаченко, С.Ю. Попов, Н. Г. Беляева // Лесоведение. – Москва, 2015. – № 5. – С. 323-338.
309. Черненькова, Т. В. Характеристика и перспективы сохранения сосновых лесов Московской области / Т. В. Черненькова, М. Ю. Пузаченко, Н. Г. Беляева [и др.] // Лесоведение. – 2019. – № 5. – С. 449-464. – DOI 10.1134/S0024114819050024.
310. Черногаева, Г. М. Источники загрязнения и качество атмосферного воздуха Московского региона / Г.М. Черногаева, Е.А. Жадановская, Ю.А. Малеванов // Известия Российской академии наук. Серия географическая. – 2019. – №. 2. – С. 109-116.
311. Чибисов, Г.А. Разнообразие лесообразовательных процессов на Европейском Севере России / Г.А. Чибисов // Лесное хозяйство и многообразие природы. – 1998. – С. 86-94.
312. Чижов, Б.Е. Регулирование травяного покрова при лесовосстановлении / Б.Е. Чижов. – Москва: ВНИИЛМ, 2003. – 174 с.
313. Чистов, С.В. Использование принципа рациональности природопользования в решении крупных программ Московского региона / С.В. Чистов // Проблемы землепользования в связи с развитием малоэтажного жилищного строительства в Московском регионе. – Москва, 1993. – С. 49-54.
314. Чураков, Б.П. Депонирование углерода разновозрастными культурами сосны / Б.П. Чураков, Е.В. Манякина // Ульяновский медико-биологический журнал. – Ульяновск, 2012. – №. 1. – С. 125-129.
315. Шанин, С.С. Строение сосновых и лиственничных древостоев Сибири / С.С. Шанин. – Москва: Лесная Промышленность, 1965. – 106 с.
316. Шенников, А.П. Введение в геоботанику: учебник для биологических факультетов университетов / А.П. Шенников. – Ленинградский ордена Ленина государственный университет им. А.А. Жданова. – Ленинград: Издательство Ленинградского университета, 1964. – 447 с.
317. Шиманюк, А.П. Дендрология / А.П. Шиманюк. – Москва: Лесная Промышленность, 1974. – 264 с.

318. Янгутов, И.А. Невесомые полезности леса и лесоустройство (памяти М.М. Орлова посвящается) / И.А. Янгутов, А.Н. Филипчук // Вестник Московского государственного университета леса. Лесной вестник. – 2009. – № 2. – С. 48-51.

319. Яценко, И.И. Эстетическая охрана лесов и лесоустройство / И.И. Яценко // Лесной журнал. – 1917. – № 7–8. – С. 369-386.

320. Aleksandrowicz-Trzcińska, M. Effects of site preparation methods on the establishment and natural-regeneration traits of scots pines (*Pinus sylvestris* L.) in northeastern Poland / M. Aleksandrowicz-Trzcińska, S. Drozdowski, M. Studnicki, H. Żybura. – Forests. – 2018. – 9 (11). – 717 p.

321. Alexander, S.J. Nontimber forest products commerce / S.J. Alexander, J.F. Weigand, K. Blatner // Nontimber forest products in the United States. Lawrence. – KS: University Press of Kansas. – 2002. – pp. 115–151.

322. Ammer, C. Key ecological research questions for Central European forests. Basic and Applied Ecology / [C. Ammer et al.]. – 2018. – pp. 3–25.

323. Ara, M. Regeneration failure of Scots pine changes the species composition of young forests / M. Ara, I. Barbeito, C. Kalén, U. Nilsson // Scandinavian Journal of Forest Research. – 2022. – Vol. 37. – No. 1. – pp. 14–22.

324. Bertrand, R. Changes in plant community composition lag behind climate warming in lowland forests / R. Bertrand et al. – Nature. – 2011. – Vol. 479. – № 7374. – pp. 517–520.

325. Bílek, L. Are clearcut borders an effective tool for Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) natural regeneration? / L. Bílek, Z. Vacek, S. Vacek et al. // Forest systems. – 2018. – Vol. 27. – № 2. – P. e010-e010.

326. Bolte, A. Understory dynamics after disturbance accelerate succession from spruce to beech-dominated forest – the Siggaboda case study / A. Bolte et al. // Annals of forest science, 2014. – Vol. 71. – № 2. – pp. 139–147.

327. Brichta, J. Effects of Climate Change on Scots Pine (*Pinus sylvestris* L.) Growth across Europe: Decrease of Tree-Ring Fluctuation and Amplification of Climate Stress / J. Brichta et al. // Forests. – 2024. – Vol. 15. – No. 1. – 91 p.

328. Clements, F.E. Natural and Structure of the Climax / F.E. Clements // Journal of Ecology. – 1936. – № 24. – pp. 252–284.
329. Clements, F.E. Plant succession and indicators / F.E. Clements. – N.Y. ; L.: Hafner publishing Company, 1963. – 453. – p. 29.
330. Clements, F.E. Plant succession: An analysis of the development of vegetation / F.E. Clements. – Wash. (DC): Carnegie Inst., 1916. – 242 p.
331. Conte, E. Growth dynamics, climate sensitivity and water use efficiency in pure vs. mixed pine and beech stands in Trentino (Italy) / E. Conte et al. // Forest Ecology and Management. – 2018. – Vol. 409. – pp. 707–718.
332. Coomes, D.A. Mortality and tree-size distributions in natural mixed-age forests / D.A. Coomes, R.B. Allen // Journal of Ecology. – 2007. – Vol. 95. – P. 27–40.
333. Debort, S. Degradation de lecosysteme forestier: analyse et ebauchen de solutions / S. Debort, D. Meyer // Schweiz. Z. Forstw. – 1989. – № 11. – pp. 965–976.
334. Del Río, M. Characterization of the Structure, Dynamics, and Productivity of Mixed-Species Stands: Review and Perspectives / M. Del Río, H. Pretzsch, I. Alberdi et al. – European Journal of Forest Research, 2016. – vol. 135, iss. 1, pp. 23–49.
335. Elliott, K. Functional role of the herbaceous layer in eastern deciduous forest ecosystems. Ecosystems / Elliott, K. et al. – 2015 – № 18. – pp. 221–236.
336. Engelmark, O. Fire and Age Structure of Scots Pine and Norway Spruce in Northern Sweden during the Past 700 Years / O. Engelmark, L. Kullman, Y. Bergeron. – New Phytologist. – 1994. – vol. 126. – iss. 1. – pp. 163–168.
337. Fassl M. 100 years of change in an old-growth Scots pine forest in Hamra National Park: insights from permanent plots established in central Sweden in 1922 / M. Fassl, P. Linder, L. Östlund // Scandinavian Journal of Forest Research. – 2024. – pp. 1–4.

338. Forest Succession: Concept and Application. – Berlin ; New York: Springer. – 1981. – 517 p.

339. Garet J. Forest Age Class Structures as Indicators of Sustainability in Boreal Forest: Are We Measuring Them Correctly / Garet J., Raulier F., Pothier D., Cumming S.G. – Ecological Indicators, 2012. – Vol. 23. – pp. 202–210.

340. George L.O., Bazzaz F.A. The herbaceous layer as a filter determining spatial pattern in forest tree regeneration. In F. S. Gillam (Ed.), The herbaceous layer in forests of eastern North America / L.O. George, F.A. Bazzaz. – New York: Oxford University Press. – 2014. – pp. 340–355.

341. Gilliam, F.S. The ecological significance of the herbaceous layer in temperate forest ecosystems. BioScience / F.S. Gilliam. – 2007. – Vol. 57. – № 10. – pp. 845–58.

342. Hannerz, M. Timing of seed dispersal in *Pinus sylvestris* stands in central Sweden / M. Hannerz, C. Almqvist, R. Hornfeldt // *Silva Fennica*. – 2002. – 36 (4). – pp. 757–765.

343. Hernández-Cuevas, M. Models of dominant height growth and site indexes for *Pinus ayacahuite* Ehren / M. Hernández-Cuevas, W. Santiago-García, H.M. De los Santos-Posadas, P. Martínez-Antúnez, F. Ruiz-Aquino // *Agrociencia*. – 2018. – № 52. – pp. 437–453.

344. Hickler, T. Projecting the future distribution of European potential natural vegetation zones with a generalized, tree species- based dynamic vegetation model / T. Hickler et al. // *Global Ecology and Biogeography*, 2012. – Vol 21. – № 1. – pp. 50–63.

345. Impeus, R. Rollution et dcperissement dcs forets / R. Impeus, E. Laitcn, J. Fagot // *Sante homme environ*. – Luxembourg, 1988. – pp. 84–90.

346. IPCC: Summary for Policymakers. In: Climate Change 2021: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change / [Masson-Delmotte V., P. Zhai, A. Pirani, S.L. Connors, C. Péan, S. Berger, N. Caud at al.]. – In Press. – 2021.

347. Jandl, R. Forest adaptation to climate change—is non-management an option? / R. Jandl et al. // *Annals of forest science*, 2019. – Vol. 76. – № 2. – pp. 1–13.
348. Jansons, Ā. Growth dynamics of Scots pine geographical provenances in Latvia / Ā. Jansons, I. Baumanis // *Baltic Forestry*. – 2005. – Vol. 11. – № 2. – C. 29–37.
349. Jílková, V. Post-fire forest floor succession in a Central European temperate forest depends on organic matter input from recovering vegetation rather than on pyrogenic carbon input from fire / V. Jílková, M. Adámek, G. Angst et al. – *Science of The Total Environment*. – 2023. – 861 : 160659.
350. Keren, S. Stand structural complexity of mixed old-growth and adjacent selection forests in the dinaric mountains of Bosnia and Herzegovina / Keren, S., Diaci J., Motta, R., Govedar Z. // *Forest Ecology and Management*. – 2017. – Vol. 400. – pp. 531–541.
351. Korotkov, S. Pine Plants Formation in the North-Eastern Moscow Region / S. Korotkov, L. Stonozenko, D. Lezhnev, S. Eregina // II International Conference “Sustainable Development: Agriculture, Veterinary Medicine and Ecology” (VMAEE-II-2023), Karshi, Vol. 3011. – New York: AIP PUBLISHING, 2023. – P. 20031. – DOI 10.1063/5.0161107.
352. Kuuluvainen, T. Tree Age Distributions in Old-Growth Forest Sites in Vienansalo Wilderness, Eastern Fennoscandia / Kuuluvainen, T., Mäki, J., Karjalainen, L., Lehtonen H. – *Silva Fennica*, 2002. – Vol. 36. – № 1. – pp. 169–184.
353. Lebedev, A.V. Changes in the growth of Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) stands in an urban environment in European Russia since 1862 / A.V. Lebedev // *Journal of Forestry Research*, 2022. – pp. 34–36.
354. Lilja, S. Structure of Old *Pinus sylvestris* Dominated Forest Stands along a Geographic and Human Impact Gradient in Mid-Boreal Fennoscandia / Lilja S., Kuuluvainen T. – *Silva Fennica*, 2005. – Vol. 39. – № 3, pp. 407–428.
355. Linderholm, H.W. Growth dynamics of tree-line and lake-shore Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) in the central Scandinavian Mountains during the Medieval Climate Anomaly and the early Little Ice Age / H.W. Linderholm et al. // *Frontiers in Ecology and Evolution*. – 2014. – Vol. 2. – 20 p.

356. Löff, M. Mechanical site preparation for forest restoration / M. Löff, D. Dey, R. Navarro, D. Jacobs // *New Forests*. 2012, – № 5-6 (43), – pp. 825–848.
357. McCarthy, N. The state of forest vegetation management in Europe in the 21st century / Nick McCarthy, Niclas Scott Bentsen, Ian Willoughby, Philippe Balandier // *Eur J Forest Res.* – 2011. – 130. – pp. 7–16.
358. Moreno-Fernández, D. Alternative approaches to assessing the natural regeneration of Scots pine in a Mediterranean forest / Moreno-Fernández D., Cañellas I., Barbeito I., Sánchez-González M., Ledo, A. // *Annals of forest science.* – 2015. – 72 (5). – 569–583.
359. Muller R.N. Nutrient relations of the herbaceous layer in deciduous forest ecosystems. In F. S. Gilliam (Ed.), *The herbaceous layer in forests of eastern North America* / R.N. Muller. – New York. – NY: Oxford University Press, 2014. – pp. 13–34.
360. Nilsson, H.L. *Forest Ecology and Management* / H.L. Nilsson. – 2003 – № 1. – pp. 367–377.
361. Niu, H. Regeneration of urban forests as influenced by fragmentation, seed dispersal mode and the legacy effect of reforestation interventions / Niu, H., Rehling F, Chen Z. et al. // *Landscape and Urban Planning.* – 2023. – 233:104712.
362. Oleksyn, J. A fingerprint of climate change across pine forests of Sweden / J. Oleksyn et al. // *Ecology letters.* – 2020. – Vol. 23. – № 12. – pp. 1739–1746.
363. Oleksyn, J. Oak decline in the Soviet Union – Scale and hypothesis / J. Oleksyn, K. Prsybyl // *Europ. J. Forest Pathol.* – 1987. – № 6. – p. 321–336.
364. Peebles-Spencer, J. R. Effects of an invasive shrub, *Lonicera maackii*, and a generalist herbivore, white-tailed deer, on forest floor plant community composition / J.R. Peebles-Spencer, D.L. Gorchov, T.O. Crist // *Forest Ecology and Management.* – 2017. – Vol. 402. – pp. 204–212.
365. Przybylski, P. The possibility of regenerating a pine stand through natural regeneration / Przybylski, P., Konatowska, M., Jastrzębowski, S. et al. – *Forests*, 2021. – 12 (8). – P. 1055.

366. Richardson, D.M. et al. Human impacts in pine forests: past, present, and future / D.M. Richardson et al. // *Annu. Rev. Ecol. Evol. Syst.* – 2007. – Vol. 38. – pp. 275–297.

367. Romanovskaya, A. Balance of Anthropogenic and Natural Greenhouse Gas Fluxes of All Inland Ecosystems of the Russian Federation and the Contribution of Sequestration in Forests / A. Romanovskaya, V. Korotkov // *Forests.* – 2024. – Vol. 15, No. 4. – P. 707. – DOI 10.3390/f15040707.

368. Schimal, D.S. Reset patterns and mechanisms of carbon exchange by terrestrial ecosystems / Schimal D.S., House J.L., Hibbard K.A. et al. – *Nature*, 2001. – vol. 414. – № 8. – pp. 169–178.

369. Schleeweis, K. G. et al. US national maps attributing forest change: 1986–2010 // *Forests.* – 2020. – Vol. 11. – №. 6. – 653 p.

370. Schönfelder, O. Effect of shelterwood and clear-cutting regeneration method on wood density of Scots Pine / Schönfelder O, Zeidler A, Borůvka V, Bílek L, Vítámvás J. – *Forests.* – 2020. – 11 (8). – 868 p.

371. Sensuła, B. Tree Growth and Climate Relationship: Dynamics of Scots Pine (*Pinus sylvestris* L.) Growing in the Near-Source Region of the Combined Heat and Power Plant During the Development of the Pro-Ecological Strategy in Poland / Sensuła B., Wilczyński S., Opała M. // *Water Air Soil Pollut.* – 2015. – Vol 226.

372. Šipek, M. Understorey species distinguish late successional and ancient forests after decades of minimum human intervention: A case study from Slovenia / Šipek, M., Ravnjak, T., Šajna, N. – *Forest Ecosystems.* – 2023. – P. 100096.

373. Steffen, W. Planetary boundaries: Guiding human development on a changing planet / W. Steffen et al. // *Science.* –2015. – Vol. 347. – № 6223. – P. 1259855.

374. Steijlen, I. Long-Term Regeneration Dynamics and Successional Trends in a Northern Swedish Coniferous Forest Stand / Steijlen I., Zackrisson O. – *Canadian Journal of Botany*, 1987. – Vol. 65. – № 5. – pp. 839–848.

375. Tansley, A.G. Sir. The Use and Abuse of Vegetational Concepts and Terms / A.G. Tansley. – *Ecology.* – 1935. – pp. 284–307.

376. Tarmu, T. Mean height or dominant height – what to prefer for modelling the site index of Estonian forests? / Tarmu T., Laarmann D., Kiviste A. // *Forestry Studies*. – 2020. – Vol. 72. – pp. 121–138.

377. The Contribution of Criteria and Indicators to Sustainable Forest Management: the way forward // Vol. 2, Report of the International Conference on Criteria and Indicators for Sustainable Forest Management (22-26 July 2002; Guatemala City, Guatemala). – Rome, FAO, – 2003.

378. Thrippleton, T. Overstorey–understorey interactions intensify after drought-induced forest die-off: Long-term effects for forest structure and composition / T. Thrippleton et al. – *Ecosystems*. 2018. – Vol. 21. – No. 4. – pp. 723–739.

379. Uutera, J. Impact of Regeneration Method on Stand Structure Prior to First Thinning: Comparative study North Karelia, Finland vs. Republic of Carelia, Russian Federation / Uutera J. // *Silva Fennica*. – 1995. – Vol. 29. – № 4. – pp. 267–285.

380. Varaksin, G. S. Availability of forest plots for reforestation activities. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science / G. S. Varaksin, A.A. Vais, V.A. Sokolov et al. // IOP Publishing. – 2021. – 839:052018.

381. Wallenius, T. Forest Age Distribution and Traces of Past Fires in a Natural Boreal Landscape Dominated by *Picea abies* / T. Wallenius. – *Silva Fennica*, 2002, Vol. 36, № 1. – pp. 201–211.

382. Wang, M. Tree diameter distribution modelling: introducing the logit-logistic distribution / M. Wang, K. Rennolls // *Canadian Journal of Forest Research*. – 2005. – Vol. 35. – P. 1305–1313.

383. Woltereck, R. 1928 – On the specificity of habitat, food and body shapes in pelagic cladoceras and on “Ecological Gestalt.-System” / R. Woltereck. – *Biol. Zbl.* 48. – pp. 521–551.

384. Woodward, F.I. A global and primary productivity and phytogeography model / F.I. Woodward, T.M. Smith, V.R. Emanuel // *Global biogeochemical cycles*, 1995. – Vol. 9. – iss. 4. – pp. 471–490

ПРИЛОЖЕНИЯ

**Таксационное описание постоянных пробных площадей в Серебряноборском
опытном лесничестве Института лесоведения Российской академии наук**

№ ППП S, га	Год перечёта	Ярус	Состав	Густота, шт./га	Возраст сосны, лет	Средние значения		Полнота, отн.	Запас м ³ /га
						высота, м	диаметр, см		
<u>ОМ-1</u> 0,70	2020	I	99С	159	143 (116 – 159)	30,5	52,8	0,82	473
			1Б	19		27,3	34,4	0,04	16
		II	73Б	111		18,8	17,4	0,07	24
			12Д 12Лп 3Кло	20 9 3		16,4 20,8 17,8	18,8 23,0 18,5	0,01 0,01 0,01	4 4 1
<u>ППП-1</u> 0,50	2023	I	89С	128	214 (203 – 237)	32,2	59,8	0,76	514
			7Б	12		30,6	55,1	0,08	38
		II	4Лп	10		30,9	45,4	0,04	23
			86Лп 9Б 5Кло	188 20 44		23,6 20,1 17,0	23,7 26,4 12,6	0,21 0,08 0,02	90 9 5
<u>ППП-2</u> 0,25	2021	I	93С	112	192	30,2	51,7	0,56	317
			7Б	20		28,5	28,7	0,03	17
		II	44Лп	40		18,7	20,3	0,03	12
			30Д 26Б	28 20		18,6 22,2	20,7 21,1	0,02 0,02	8 7
<u>ППП-5</u> 0,25	2020	I	85С	116	136	28,3	45,1	0,39	236
			15Б	68		26,0	27,9	0,17	45
		II	77Д	88		16,0	17,3	0,03	7
			23Лп	20		16,9	16,7	0,01	4
<u>ППП-6</u> 0,25	2021	I	94С	100	153 (134 – 166)	28,6	53,4	0,47	288
			6Б	40		25,3	23,7	0,04	21
		II	83Д	20		12,2	12,2	0,02	10
			17Лп	9		19,1	13,8	0,01	2
<u>ППП-8</u> 0,25	2023	I	100С	128	168 (167 – 168)	30,3	49,9	0,59	338
			42Д	80		14,9	18,7	0,08	18
		II	30Б	24		21,8	26,4	0,05	13
			26Лп 2Кло	40 16		18,7 16,4	19,8 11,7	0,04 0,01	11 1
<u>ППП-9</u> 0,25	2023	I	91С	144	158 (150 – 165)	29,0	53,7	0,76	425
			5Б	16		23,9	38,5	0,07	20
		II	3Лп	8		26,8	47,6	0,04	16
			1Ос 62Б 31Д 7Кло	8 68 40 16		25,5 19,3 10,4 15,5	31,1 18,2 20,0 12,5	0,02 0,07 0,05 0,01	7 16 8 2
<u>ППП-14</u> 0,32	2022	I	97С	203	144 (134 – 151)	32,6	45,9	0,71	485
			3Лп	9		27,0	39,3	0,03	14
		II	79Лп	222		21,9	19,0	0,16	64
			17Б 3Кло 2Д	41 31 6		23,9 17,2 15,0	20,1 10,6 18,5	0,05 0,01 0,01	14 2 1
<u>ППП-115</u> 0,28	2022	I	78С	236	93 (91 – 93)	30,0	40,4	0,60	410
			22Б	86		28,4	35,3	0,26	109
		II	92Лп 8Б	400 29		12,4 18,5	11,7 15,1	0,20 0,02	38 5

**Таксационное описание постоянных пробных площадей в Лесной опытной даче
РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева**

№ ППП S, га	Год перечёта	Ярус	Состав	Густота, шт./га	Возраст сосны, лет	Среднее значение		Полнота, отн.	Запас, м ³ /га
						высота, м	диаметр, см		
4/А 0,1458	2022	I	86С	425	132	31,5	34,7	0,77	565
			7Б	69		28,9	25,4	0,12	47
			5Лп	55		26,5	25,1	0,08	30
			2Д	14		30,1	32,0	0,04	14
		II	100Кло	206		21,2	18,7	0,19	61
4/Б 0,141	2022	I	94С	468	132	32,0	34,6	0,92	639
			6Лп	43		28,6	31,5	0,10	41
		II	63Кло	191		15,3	15,9	0,13	25
			37Лп	50	16,0	22,4	0,06	15	
4/В 0,139	2022	I	81С	403	132	31,2	33,4	0,62	491
			10Лп	50		31,1	35,7	0,17	64
		II	9Кло	94		27,7	22,2	0,14	54
			100Кло	259	21,4	19,3	0,26	84	
4/Е 0,142	2022	I	93С	451	132	32,5	36,9	0,93	689
			7Лп	49		32,0	32,2	0,18	52
		II	92Кло	324		17,6	18,6	0,33	66
			8С	21	18,8	19,6	0,03	6	
4/Д 0,142	2022	I	94С	486	132	32,4	32,5	0,83	585
			4Лп	21		29,0	34,8	0,06	24
		II	2Б	14		34,5	30,4	0,03	14
			56Кло	282	15,9	16,6	0,16	39	
			24С	70		16,3	18,6	0,07	17
			14Лп	28		22,3	21,0	0,04	10
			6Б	14		24,2	20,0	0,02	4
4/Ж 0,075	2022	I	75С	267	133	29,7	37,3	0,47	378
			25Лп	93		22,7	22,0	0,22	128
		II	100Кло	93		18,6	17,4	0,08	24
4/К 0,063	2022	I	74С	383	132	30,4	30,6	0,69	387
			26Лп	48		32,9	50,9	0,12	137
		II	60Лп	64		17,9	21,1	0,05	18
			15В	48	13,9	15,7	0,01	6	
			15Кло	32		17,1	18,5	0,01	6
4/Л 0,077	2022	I	77С	287	133	30,2	33,3	0,52	339
			23Лп	78		29,0	36,9	0,22	100
		II	39Лп	39		16,4	17,9	0,04	7
			39В	78	15,5	12,7	0,03	7	
			22Кло	39		14,3	13,5	0,01	4
4/М 0,09	2022	I	91С	425	133	31,3	34,7	0,80	565
			9Лп	44		32,7	35,3	0,14	57
		II	55Лп	18		18,7	18,4	0,06	12
			32В	44	15,1	16,7	0,02	7	
			13Кло	22		14,2	16,9	0,01	3
4/Н 0,083	2022	I	100С	313	133	31,9	36,5	0,69	459
			70Е	24		18,2	20,7	0,03	7
		II	30В	36		14,6	13,6	0,01	3
4/О 0,075	2022	I	96С	432	133	32,6	38,7	0,97	722
			4Е	40		29,7	26,6	0,16	31
		II	59Б	39		14,8	20,8	0,03	10
			41В	41	16,3	17,7	0,02	7	

Окончание приложения 2

№ ППП S, га	Год перечёта	Ярус	Состав	Густота, шт./га	Возраст сосны, лет	Среднее значение		Полнота, отн.	Запас, м ³ /га
						высота, м	диаметр, см		
4/P 0,092	2022	I	73С	361	132	30,2	32,7	0,55	411
			13Лп	55		26,9	38,1	0,16	73
			10Е	33		31,0	38,9	0,12	56
			4Д	22		30,6	32,9	0,07	23
		II	52Лп	66		17,6	15,5	0,05	10
			26Кло	55		13,7	13,1	0,02	5
			11Е	22		10,7	12,6	0,01	2
			11В	33		9,5	14,4	0,01	2
4/C 0,075	2022	I	72С	306	134	30,9	36,0	0,71	425
			14Лп	53		29,8	40,3	0,11	84
			14Е	80		28,8	30,8	0,10	80
		II	80Е	93		19,3	18,8	0,08	24
			20В	90		11,5	11,8	0,03	6
4/T 0,075	2022	I	60С	227	134	31,8	39,5	0,53	384
			24Е	147		30,9	30,7	0,27	157
			16Лп	80		30,4	36,3	0,20	105
		II	62Е	53		17,7	18,8	0,04	13
			38В	120		19,2	11,2	0,02	8
4/Y 0,064	2022	I	71С	283	134	30,7	37,9	0,66	431
			21Лп	63		30,4	44,7	0,21	126
			8Е	47		28,1	32,2	0,10	51
		II	85Е	79		18,9	19,6	0,06	22
			15В	47		13,4	12,8	0,01	4
4/Ф 0,058	2022	I	91С	295	133	30,5	36,4	0,60	414
			9Е	52		27,6	27,9	0,12	42
		II	53Е	35		16,4	21,0	0,03	10
			47В	52		20,1	15,8	0,03	9

**Таксационное описание постоянных пробных площадей в национальном парке
«Лосиный остров»**

№ ППП S, га	Год перечёта	Ярус	Состав	Густота, шт./га	Возраст сосны, лет	Среднее значение		Полнота, отн.	Запас, м ³ /га
						высота, м	диаметр, см		
<u>ППП-3</u> 0,25	2022	I	96С	500	72	27,7	31,3	0,78	479
			4Б	32		27,5	26,1	0,06	21
		II	53Лп	124		15,3	14,9	0,07	16
			47Я	112		15,1	14,5	0,09	14
<u>ППП-5</u> 0,25	2022	I	87С	400	74	28,0	32,3	0,71	410
			10Б	36		31,8	33,5	0,09	45
		II	3Лп	20		25,5	28,4	0,03	15
			90Лп	188		17,1	17,5	0,11	37
		II	10Д	64		12,1	10,7	0,03	4
<u>ППП-11</u> 0,25	2022	I	96С	476	84	30,7	35,2	0,80	568
			4Б	20		30,5	33,7	0,05	22
		II	81Лп	540		16,4	15,9	0,23	85
			12Е	40		19,8	19,1	0,03	11
		II	7В	28		19,0	17,5	0,02	6
<u>ППП-14</u> 0,25	2022	I	61С	136	87	28,2	34,4	0,28	160
			35Б	60		28,0	39,0	0,22	92
		II	4Лп	16		23,4	26,0	0,02	9
			50Кло	272		12,1	12,6	0,16	21
		II	36Лп	112		14,3	15,7	0,07	15
			14С	16		21,9	20,9	0,01	6
<u>ППП-35</u> 0,40	2022	I	67С	110	153	30,9	50,6	0,48	312
			21Б	95		28,7	31,3	0,25	96
		II	12Е	35		30,4	39,3	0,08	59
			33Лп	35		22,7	20,3	0,04	12
		II	25Б	43		20,3	16,6	0,04	9
			25В	55		15,1	16,9	0,07	9
		II	11Е	10		20,2	22,2	0,01	4
			6Л	15		16,7	14,9	0,01	2
<u>ППП-38</u> 0,40	2022	I	64С	95	163	34,8	55,7	0,48	354
			25Е	100		28,7	37,2	0,19	140
		II	11Б	30		34,4	41,7	0,11	62
			75Е	78		19,0	19,7	0,06	21
		II	14В	18		18,9	17,4	0,02	4
			11Кло	35		12,2	12,7	0,01	3
<u>ППП-45</u> 0,25	2023	I	39С	116	88	28,1	36,1	0,28	150
			26Л	96		28,0	32,7	0,17	102
		II	23Б	60		26,2	40,0	0,20	90
			7В	16		25,7	42,7	0,05	27
		II	4Барх	16		22,7	36,4	0,06	17
			56Кло	228		17,3	13,1	0,13	26
		II	19Лп	68		19,1	13,6	0,03	9
			13Кля	40		18,6	15,4	0,03	6
		II	9Барх	16		14,8	20,4	0,02	4

Окончание приложения 3

№ ППП S, га	Год перечёта	Ярус	Состав	Густота, шт./га	Возраст сосны, лет	Среднее значение		Полнота, отн.	Запас, м ³ /га
						высота, м	диаметр, см		
<u>ППП-53</u> 0,25	2023	I	27С	116	73	28,9	26,6	0,14	86
			55Б	164		25,6	34,4	0,43	177
			7Лп	8		26,6	53,5	0,04	22
			6Д	20		25,7	31,4	0,04	20
			5В	12		21,6	34,3	0,04	16
		II	33Б	64		24,4	21,4	0,09	22
			27Кло	144		17,9	13,7	0,08	18
			24Лп	128		16,3	14,2	0,07	16
			9Д	36		16,2	16,9	0,03	7
			6В	20		18,5	16,6	0,02	4
<u>ППП-54</u> 0,30	2023	I	53С	257	71	27,8	29,4	0,35	218
			35Б	83		27,7	42,1	0,34	145
			9Д	23		26,0	40,9	0,09	36
			4Лп	20		22,6	32,1	0,06	17
		II	52Кло	197		17,9	12,8	0,09	22
			25Лп	157		14,6	10,9	0,06	11
			23Д	43		18,7	17,8	0,04	10
<u>ППП-55</u> 0,35	2023	I	42С	66	148	27,8	47,5	0,25	146
			46Б	143		26,3	35,1	0,46	159
			12Лп	61		22,4	27,8	0,12	41
		II	70Лп	183		15,2	14,4	0,08	21
			30Д	40		18,6	17,9	0,04	9

**Таксационное описание постоянных пробных площадей в
Московском учебно-опытном лесничестве**

№ ППП S, га	Год перечёта	Ярус	Состав	Густота, шт./га	Возраст сосны, лет	Среднее значение		Полнота, отн.	Запас, м ³ /га
						высота, м	диаметр, см		
<u>ППП-1</u> 0,63	2022	I	48С	254	70	28,0	32,3	0,42	257
		I-II	25Е	382		19,4	18,4	0,16	134
		I	24Б	164		24,5	27,5	0,29	129
		I	2Ос	11		25,0	34,7	0,03	14
		II	1Д	24		14,7	11,2	0,01	4
<u>ППП-2</u> 0,86	2022	I	33С	179	70	27,0	33,6	0,34	196
		I-II	39Б	415		22,2	23,1	0,45	231
		I-II	27Е	451		17,4	18,3	0,18	160
		II	1Д	7		12,5	8,8	0,01	1
<u>ППП-3</u> 1,10	2022	I	42С	227	70	28,5	33,7	0,43	267
		I-II	32Е	484		18,0	20,1	0,25	205
		I-II	25Б	296		19,5	22,3	0,33	167
		II	1Д	9		16,5	19,9	0,01	4
<u>ППП-4</u> 0,90	2022	I	60С	372	70	27,5	29,2	0,51	308
		I	27Б	204		26,0	25,6	0,31	140
		I-II	12Е	391		20,3	15,4	0,14	65
		II	1Лп	4		18,4	18,0	0,01	2
<u>ППП-5</u> 0,89	2022	I	65С	375	70	28,0	31,4	0,58	350
		I-II	17Е	443		21,5	24,7	0,21	93
		I	17Б	144		25,5	25,6	0,20	90
		II	1Д	5		12,5	6,8	0,01	1
<u>ППП-6</u> 0,93	2022	I	65С	374	70	27,0	32,0	0,62	371
		I-II	20Е	391		22,1	20,8	0,25	118
		I	13Б	128		25,3	24,6	0,18	80
		I	1Ос	6		22,0	22,7	0,01	3
		II	1Д	16		15,4	9,9	0,01	2
<u>ППП-131</u> 0,25	2021	I	52С	220	88	28,7	28,3	0,48	216
			48Б	212		28,3	29,7	0,45	201
		II	56Е	276		16,4	14,9	0,16	45
			40Лп 4Д	269 8		15,2 18,0	13,0 17,7	0,13 0,01	32 2
<u>ППП-137</u> 0,20	2022	I	86С	510	71	32,7	28,3	0,76	458
			7Б	35		26,6	33,6	0,08	37
			7Л	120		27,9	17,3	0,08	35
			2Лп	15		26,4	26,3	0,02	9
		II	46Е	260		13,0	10,3	0,06	14
			42Лп	70		16,4	18,3	0,06	13
			6Д 6Б	55 10		11,5 19,5	9,0 18,1	0,01 0,01	2 2
<u>ППП-138</u> 0,15	2022	I	81С	554	65	25,6	25,3	0,71	318
			13Кло	240		22,8	16,5	0,16	53
			6Б	67		25,9	20,2	0,06	24
		II	91Кло	674		13,9	9,4	0,12	31
			6Лп 3Б	13 7		17,0 15,7	16,1 10,6	0,01 0,01	2 1
<u>ППП-139</u> 0,10	2022	I	86С	640	69	26,9	25,6	0,81	394
			14Лп	160		23,3	21,3	0,15	60
		II	90Лп	170		15,7	13,7	0,06	19
			5Д 5Л	10 20		17,3 18,2	15,7 16,9	0,01 0,01	1 1

**Перечень видов живого напочвенного покрова на постоянных пробных площадях
в сосновых фитоценозах Московского региона**

№	Вид	Род	Семейство
1	<i>Aegopodium podagraria</i> L.	<i>Aegopodium</i>	<i>Apiaceae</i>
2	<i>Angelica sylvestris</i> L.	<i>Angelica</i>	
3	<i>Anthriscus sylvestris</i> (L.) Hoffm.	<i>Anthriscus</i>	
4	<i>Asarum europaeum</i> L.	<i>Asarum</i>	<i>Aristolochiaceae</i>
5	<i>Arctium lappa</i> L.	<i>Arctium</i>	<i>Asteraceae</i>
6	<i>Cirsium heterophyllum</i> (L.) Hill	<i>Cirsium</i>	
7	<i>Cirsium palustre</i> (L.) Scop.		
8	<i>Erigeron strigosus</i> H.L. Muhl. ex Willd.	<i>Erigeron</i>	
9	<i>Mycelis muralis</i> (L.) Dumort.	<i>Mycelis</i>	
10	<i>Pilosella officinarum</i> F.W. Schultz & Sch. Bip.	<i>Pilosella</i>	
11	<i>Solidago canadensis</i> L.	<i>Solidago</i>	
12	<i>Solidago virgaurea</i> L.		
13	<i>Sonchus arvensis</i> L.	<i>Sonchus</i>	
14	<i>Athyrium filix-femina</i> (L.) Roth	<i>Athyrium</i>	
15	<i>Impatiens noli-tangere</i> L.	<i>Impatiens</i>	<i>Balsaminaceae</i>
16	<i>Impatiens parviflora</i> DC.		
17	<i>Impatiens glandulifera</i> Royle		
18	<i>Myosotis sylvatica</i> Ehrh.	<i>Myosotis</i>	<i>Boraginaceae</i>
19	<i>Pulmonaria obscura</i> Dumort.	<i>Pulmonaria</i>	
20	<i>Alliaria petiolata</i> (M. Bieb.) Cavara & Grande	<i>Alliaria</i>	<i>Brassicaceae</i>
21	<i>Bunias orientalis</i> L.	<i>Bunias</i>	
22	<i>Cardamine impatiens</i> L.	<i>Cardamine</i>	
23	<i>Lunaria rediviva</i> L.	<i>Lunaria</i>	
24	<i>Campanula persicifolia</i> L.	<i>Campanula</i>	<i>Campanulaceae</i>
25	<i>Moehringia trinervia</i> (L.) Clairv.	<i>Moehringia</i>	<i>Caryophyllaceae</i>
26	<i>Silene dioica</i> (L.) Clairv.	<i>Silene</i>	
27	<i>Stellaria media</i> (L.) Vill.	<i>Stellaria</i>	
28	<i>Stellaria holostea</i> L.		
29	<i>Convallaria majalis</i> L.	<i>Convallaria</i>	<i>Convallariaceae</i>
30	<i>Maianthemum bifolium</i> (L.) F.W. Schmidt	<i>Maianthemum</i>	
31	<i>Polygonatum multiflorum</i> (L.) All.	<i>Polygonatum</i>	
32	<i>Polygonatum odoratum</i> (Mill.) Druce		
33	<i>Carex digitata</i> L.	<i>Carex</i>	<i>Cyperaceae</i>
34	<i>Carex limosa</i> L.		
35	<i>Carex pilosa</i> Scop.		
36	<i>Carex sylvatica</i> Huds.		
37	<i>Scirpus sylvaticus</i> L.	<i>Scirpus</i>	
38	<i>Gymnocarpium dryopteris</i> (L.) Newman	<i>Gymnocarpium</i>	<i>Cystopteridaceae</i>
39	<i>Pteridium aquilinum</i> (L.) Kuhn	<i>Pteridium</i>	<i>Dennstaedtiaceae</i>
40	<i>Dryopteris carthusiana</i> (Vill.) H.P. Fuchs	<i>Dryopteris</i>	<i>Dryopteridaceae</i>
41	<i>Dryopteris expansa</i> Fraser-Jenkins & Jermy		
42	<i>Dryopteris filix-mas</i> (L.) Schott		
43	<i>Equisetum sylvaticum</i> L.	<i>Equisetum</i>	<i>Equisetaceae</i>
44	<i>Orthilia secunda</i> (L.) House	<i>Orthilia</i>	<i>Ericaceae</i>
45	<i>Vaccinium myrtillus</i> L.	<i>Vaccinium</i>	
46	<i>Vaccinium vitis-idaea</i> L.		

№	Вид	Род	Семейство
47	<i>Mercurialis perennis</i> L.	<i>Mercurialis</i>	<i>Euphorbiaceae</i>
48	<i>Lathyrus vernus</i> (L.) Bernh.	<i>Lathyrus</i>	<i>Fabaceae</i>
49	<i>Geranium sylvaticum</i> L.	<i>Geranium</i>	<i>Geraniaceae</i>
50	<i>Hypericum ascyron</i> L.	<i>Hypericum</i>	<i>Hypericaceae</i>
51	<i>Hypericum maculatum</i> Crantz		
52	<i>Juncus effusus</i> L.	<i>Juncus</i>	<i>Juncaceae</i>
53	<i>Luzula pilosa</i> (L.) Willd.	<i>Luzula</i>	
54	<i>Ajuga reptans</i> L.	<i>Ajuga</i>	<i>Lamiaceae</i>
55	<i>Betonica officinalis</i> L.	<i>Betonica</i>	
56	<i>Galeobdolon luteum</i> Huds.	<i>Galeobdolon</i>	
57	<i>Glechoma hederacea</i> L.	<i>Glechoma</i>	
58	<i>Lamium album</i> L.	<i>Lamium</i>	
59	<i>Prunella vulgaris</i> L.	<i>Prunella</i>	
60	<i>Dactylorhiza maculata</i> (L.) Soó	<i>Dactylorhiza</i>	<i>Orchidaceae</i>
61	<i>Epipactis helleborine</i> L.	<i>Epipactis</i>	
62	<i>Oxalis acetosella</i> L.	<i>Oxalis</i>	<i>Oxalidaceae</i>
63	<i>Chelidonium majus</i> L.	<i>Chelidonium</i>	<i>Papaveraceae</i>
64	<i>Plantago major</i> L.	<i>Plantago</i>	<i>Plantaginaceae</i>
65	<i>Agrostis capillaris</i> L.	<i>Agrostis</i>	<i>Poaceae</i>
66	<i>Calamagrostis canescens</i> (Weber) Roth	<i>Calamagrostis</i>	
67	<i>Calamagrostis arundinacea</i> (L.) Roth		
68	<i>Calamagrostis epigeios</i> (L.) Roth		
69	<i>Deschampsia cespitosa</i> (L.) P. Beauv.	<i>Deschampsia</i>	
70	<i>Dactylis glomerata</i> L.	<i>Dactylis</i>	
71	<i>Festuca altissima</i> All.	<i>Festuca</i>	
72	<i>Festuca gigantea</i> (L.) Vill.		
73	<i>Festuca pratensis</i> Huds.		
74	<i>Melica nutans</i> L.	<i>Melica</i>	
75	<i>Poa nemoralis</i> L.	<i>Poa</i>	
76	<i>Poa palustris</i> L.		
77	<i>Poa pratensis</i> L.		
78	<i>Bistorta officinalis</i> Delarbre	<i>Bistorta</i>	<i>Polygonaceae</i>
79	<i>Rumex obtusifolius</i> L.	<i>Rumex</i>	
80	<i>Lysimachia vulgaris</i> L.	<i>Lysimachia</i>	<i>Primulaceae</i>
81	<i>Trientalis europaea</i> L.	<i>Trientalis</i>	
82	<i>Actaea spicata</i> L.	<i>Actaea</i>	<i>Ranunculaceae</i>
83	<i>Anemone ranunculoides</i> L.	<i>Anemone</i>	
84	<i>Ranunculus cassubicus</i> L.	<i>Ranunculus</i>	
85	<i>Ranunculus repens</i> L.		
86	<i>Thalictrum aquilegifolium</i> L.	<i>Thalictrum</i>	
87	<i>Trollius europaeus</i> L.	<i>Trollius</i>	
88	<i>Comarum palustre</i> L.	<i>Comarum</i>	<i>Rosaceae</i>
89	<i>Fragaria vesca</i> L.	<i>Fragaria</i>	
90	<i>Geum rivale</i> L.	<i>Geum</i>	
91	<i>Geum urbanum</i> L.		
92	<i>Potentilla erecta</i> (L.) Raeusch.	<i>Potentilla</i>	
93	<i>Rubus idaeus</i> L.	<i>Rubus</i>	
94	<i>Rubus saxatilis</i> L.		

№	<i>Bud</i>	<i>Pod</i>	<i>Семейство</i>
95	<i>Galium mollugo</i> L.	<i>Galium</i>	<i>Rubiaceae</i>
96	<i>Galium odoratum</i> (L.) Scop.		
97	<i>Galium palustre</i> L.		
98	<i>Melampyrum nemorosum</i> L.	<i>Melampyrum</i>	<i>Scrophulariaceae</i>
99	<i>Melampyrum sylvaticum</i> L.		
100	<i>Scrophularia nodosa</i> L.	<i>Scrophularia</i>	
101	<i>Veronica chamaedrys</i> L.	<i>Veronica</i>	
102	<i>Veronica officinalis</i> L.		
103	<i>Paris quadrifolia</i> L.	<i>Paris</i>	<i>Trilliaceae</i>
104	<i>Urtica dioica</i> L.	<i>Urtica</i>	<i>Urticaceae</i>
105	<i>Viola canina</i> L.	<i>Viola</i>	<i>Violaceae</i>
106	<i>Viola mirabilis</i> L.		
107	<i>Viola riviniana</i> Rchb.		
108	<i>Viola uliginosa</i> Besser		

**Перечень видов живого напочвенного покрова вырубок
на надпойменных террасах реки Москвы**

№	Вид	Род	Семейство	
1	<i>Angelica sylvestris</i> L.	<i>Angélica</i>	<i>Apiáceae</i>	
2	<i>Anthriscus sylvestris</i> (L.) Hoffm.	<i>Anthriscus</i>		
3	<i>Aegopodium podagraria</i> L.	<i>Aegopodium</i>		
4	<i>Chaerophyllum aromaticum</i> L.	<i>Chaerophýllum</i>		
5	<i>Asarum europaeum</i> L.	<i>Asarum</i>	<i>Aristolochiaceae</i>	
6	<i>Achillea millefolium</i> L.	<i>Achilléa</i>	<i>Asteráceae</i>	
7	<i>Artemisia vulgaris</i> L.	<i>Artemísia</i>		
8	<i>Bidens frondosa</i> L.	<i>Bidens</i>		
9	<i>Carduus crispus</i> L.	<i>Cárduus</i>		
10	<i>Centaurea jacea</i> L.	<i>Centaureá</i>		
11	<i>Cirsium incanum</i> (S.G. Gmel.) Fisch.	<i>Círsium</i>		
12	<i>Cirsium vulgare</i> (Savi) Ten.			
13	<i>Crepis paludosa</i> (L.) Moench	<i>Crépis</i>		
14	<i>Erigeron annuus</i> (L.) Pers.	<i>Erígeron</i>		
15	<i>Erigeron canadensis</i> L.			
16	<i>Gnaphalium sylvaticum</i> L.	<i>Omalotheca</i>		
17	<i>Hieracium umbellatum</i> L.	<i>Hieracium</i>		
18	<i>Lapsana communis</i> L.	<i>Lapsana</i>		
19	<i>Leucanthemum vulgare</i> Lam.	<i>Leucánthemum</i>		
20	<i>Mycelis muralis</i> (L.) Dumort.	<i>Mycelis</i>		
21	<i>Picris hieracioides</i> L.	<i>Picris</i>		
22	<i>Solidago canadensis</i> L.	<i>Solidágo</i>		
23	<i>Solidago virgaurea</i> L.			
24	<i>Tanacetum vulgare</i> L.	<i>Tanacétum</i>		
25	<i>Taraxacum officinale</i> Wigg.	<i>Taráxacum</i>		
26	<i>Tussilago farfara</i> L.	<i>Tussilágo</i>		
27	<i>Athyrium filix-femina</i> (L.) Roth	<i>Athýrium</i>		<i>Athyriaceae</i>
28	<i>Impatiens parviflora</i> DC.	<i>Impátiens</i>		<i>Balsamináceae</i>
29	<i>Bertorea incana</i> (L.) DC.	<i>Berteróa</i>	<i>Brassicáceae</i>	
30	<i>Cardamine impatiens</i> L.	<i>Cardámíne</i>		
31	<i>Campanula patula</i> L.	<i>Campánula</i>	<i>Campanuláceae</i>	
32	<i>Moeringia trinervia</i> (L.) Clairv.	<i>Moehringia</i>	<i>Caryophylláceae</i>	
33	<i>Myosoton aquaticum</i> (L.) Moench	<i>Myosoton</i>		
34	<i>Psammophiliella muralis</i> (L.) Ikonn.	<i>Psammophiliella</i>		
35	<i>Silene dioica</i> (L.) Clairv.	<i>Siléne</i>		
36	<i>Stellaria graminea</i> L.			
37	<i>Stellaria holostea</i> L.			
38	<i>Stellaria media</i> (L.) Vill.			
39	<i>Stellaria nemorum</i> L.			
40	<i>Viscaria vulgaris</i> Bernh.	<i>Viscaria</i>		
41	<i>Convallaria majalis</i> L.	<i>Convallaria</i>	<i>Convallariaceae</i>	
42	<i>Majanthemum bifolium</i> (L.) F.W. Schmidt	<i>Maiánthemum</i>		
43	<i>Sedum telephium</i> L.	<i>Hylotelephium</i>	<i>Crassulaceae</i>	

№	Вид	Род	Семейство
44	<i>Carex brunnescens</i> (Pers.) Poir.	<i>Cárex</i>	<i>Cyperáceae</i>
45	<i>Carex contigua</i> Hoppe		
46	<i>Carex digitata</i> L.		
47	<i>Carex leporina</i> L.		
48	<i>Carex pallescens</i> L.		
49	<i>Carex pilosa</i> Scop		
50	<i>Carex rhizina</i> Blytt. ex Lindbl.		
51	<i>Pteridium aquilinum</i> (L.) Kuhn	<i>Pteridium</i>	<i>Dennstaedtiáceae</i>
52	<i>Knautia arvensis</i> (L.) J.M. Coult.	<i>Knáutia</i>	<i>Dipsacaceae</i>
53	<i>Dryopteris carthusiana</i> (Vill.) H.P. Fuchs	<i>Dryópteris</i>	<i>Dryopteridáceae</i>
54	<i>Dryopteris filix-mas</i> (L.) Schott		
55	<i>Melilotus albus</i> Medik.	<i>Melilótus</i>	<i>Fabáceae</i>
56	<i>Trifolium arvense</i> L.	<i>Trifólium</i>	
57	<i>Trifolium aureum</i> Poll.		
58	<i>Trifolium hybridum</i> L.		
59	<i>Trifolium pratensis</i> L.		
60	<i>Trifolium repens</i> L.		
61	<i>Hypericum maculatum</i> Crantz	<i>Hypericum</i>	<i>Hypericaceae</i>
62	<i>Hypericum perforatum</i> L.		
63	<i>Juncus effusus</i> L.	<i>Júncus</i>	<i>Juncaceae</i>
64	<i>Juncus filiformis</i> L.		
65	<i>Juncus tenuis</i> Willd.		
66	<i>Luzula pallescens</i> Swartz	<i>Luzula</i>	
67	<i>Luzula pilosa</i> (L.) Willd.		
68	<i>Ajuga reptans</i> L.	<i>Ájuga</i>	
69	<i>Clinopodium vulgare</i> L.	<i>Clinopodium</i>	
70	<i>Galeobdolon luteum</i> Huds.	<i>Galeobdolon</i>	
71	<i>Galeopsis bifida</i> Boenn.	<i>Galeópsis</i>	
72	<i>Glechoma hederacea</i> L.	<i>Glechóma</i>	
73	<i>Lamium maculatum</i> L.	<i>Lámium</i>	
74	<i>Prunella vulgaris</i> L.	<i>Prunélla</i>	
75	<i>Stachys officinalis</i> (L.) Franch.	<i>Betonica</i>	
76	<i>Paris quadrifolia</i> L.	<i>Páris</i>	<i>Melanthiaceae</i>
77	<i>Chamaenerion angustifolium</i> (L.) Scop.	<i>Chamaenerion</i>	<i>Onagraceae</i>
78	<i>Epilobium montanum</i> L.	<i>Epilóbium</i>	
79	<i>Oxalis acetosella</i> L.	<i>Óxalis</i>	<i>Oxalidáceae</i>
80	<i>Chelidonium majus</i> L.	<i>Chelidonium</i>	<i>Papaveraceae</i>
81	<i>Plantago major</i> L.	<i>Plantágo</i>	<i>Plantaginaceae</i>
82	<i>Agrostis capillaris</i> L.	<i>Agrostis</i>	<i>Poáceae</i>
83	<i>Agrostis gigantea</i> Roth		
84	<i>Anthoxatum odoratum</i> L.	<i>Anthoxánthum</i>	
85	<i>Calamagrostis arundinacea</i> (L.) Roth	<i>Calamagrostis</i>	
86	<i>Calamagrostis epigeios</i> (L.) Roth		
87	<i>Dactylis glomerata</i> L.	<i>Dáctylis</i>	
88	<i>Deschampsia caespitosa</i> (L.) Beauv.	<i>Deschámpsia</i>	
89	<i>Elymus caninus</i> L.	<i>Élymus</i>	
90	<i>Elytrigia repens</i> (L.) Nevski	<i>Elytrígia</i>	
91	<i>Festuca gigantea</i> (L.) Vill.	<i>Festuca</i>	
92	<i>Festuca rubra</i> L.		

№	Вид	Род	Семейство
93	<i>Melica nutans</i> L.	<i>Mélica</i>	<i>Poáceae</i>
94	<i>Milium effusum</i> L.	<i>Mílium</i>	
95	<i>Phalaroides arundinacea</i> (L.) Rauschert	<i>Phalaróides</i>	
96	<i>Phleum pratense</i> L.	<i>Phléum</i>	
97	<i>Poa annua</i> L.	<i>Poa</i>	
98	<i>Poa compressa</i> L.		
99	<i>Poa pratensis</i> L.		
100	<i>Poa trivialis</i> L.		
101	<i>Fallopia convolvulus</i> (L.) A. Löve	<i>Fallopia</i>	<i>Polygonáceae</i>
102	<i>Fallopia dumetorum</i> (L.) Holub		
103	<i>Persicaria hydropiper</i> (L.) Delarbre	<i>Persicária</i>	
104	<i>Rumex acetosella</i> L.	<i>Rúmex</i>	
105	<i>Lysimachia vulgaris</i> L.	<i>Lysimáchia</i>	<i>Primuláceae</i>
106	<i>Ranunculs acris</i> L.	<i>Ranúnculus</i>	<i>Ranunculáceae</i>
107	<i>Ranunculus cassubicus</i> L.		
108	<i>Alchemilla</i> sp.	<i>Alchemilla</i>	<i>Rosaceae</i>
109	<i>Fragaria vesca</i> L.	<i>Fragária</i>	
110	<i>Geum macrophyllum</i> Willd.	<i>Géum</i>	
111	<i>Geum urbanum</i> L.		
112	<i>Potentilla argentea</i> L.	<i>Potentilla</i>	
113	<i>Rubus idaeus</i> L.	<i>Rubus</i>	
114	<i>Rubus saxatilis</i> L.		
115	<i>Galium intermedium</i> Schult.	<i>Galium</i>	<i>Rubiaceae</i>
116	<i>Galium mollugo</i> L.		
117	<i>Linaria vulgaris</i> Mill.	<i>Linaria</i>	<i>Scrophulariaceae</i>
118	<i>Melampyrum nemorosum</i> L.	<i>Melampýrum</i>	
119	<i>Melampyrum pratense</i> L.		
120	<i>Veronica chamaedrys</i> L.	<i>Verónica</i>	
121	<i>Veronica officinalis</i> L.		
122	<i>Urtica dioica</i> L.	<i>Urtica</i>	<i>Urticaceae</i>
123	<i>Viola canina</i> L.	<i>Viola</i>	<i>Violáceae</i>
124	<i>Viola hirta</i> L.		
125	<i>Viola nemoralis</i> Cutz.		
126	<i>Viola riveniana</i> Reichb.		