

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО
ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ВОРОНЕЖСКАЯ ГОСУДАРСТВЕННАЯ ЛЕСОТЕХНИЧЕСКАЯ
АКАДЕМИЯ»**

На правах рукописи

**Семёнов
Михаил Александрович**

Экологические механизмы формирования экосистемного биоразнообразия
при искусственном лесовосстановлении
(на примере Цнинского лесного массива)

Специальность 03.02.08 – экология

Диссертация на соискание ученой степени
Кандидата биологических наук

Научный руководитель:
доктор биологических наук,
профессор Н.Н. Харченко

Воронеж – 2014

Оглавление

| | |
|--|-----|
| Введение | 3 |
| Глава 1. Обзор литературы по изучаемому вопросу | 8 |
| 1.1 История изучения биологического разнообразия..... | 8 |
| 1.2 Биологическое разнообразие и факторы, влияющие на него | 13 |
| 1.3 Из истории лесокультурного дела Центральной лесостепи | 17 |
| 1.5 Биотические отношения как эволюционный фактор, влияющий на устойчивость и биологическое разнообразие биологических систем надорганизменного уровня | 30 |
| 1.6 Эколого-биологические особенности сосны обыкновенной..... | 32 |
| Глава 2. Район, объект и методика исследования | 36 |
| 2.1 Краткая характеристика территории и лесорастительных | 36 |
| 2.1.1 Характеристика Центральной лесостепи..... | 36 |
| 2.1.2 Характеристика Тамбовской области | 42 |
| 2.2 Методика работ и характеристика собранного материала | 51 |
| 2.2.1 Программа и методика исследований..... | 51 |
| Глава 3. Особенности лесных фитоценозов, созданных методом биогрупп..... | 55 |
| 3.1 Основные параметры насаждения и их статистический анализ | 55 |
| 3.2 Структура биогрупп и конкурентные механизмы | 64 |
| 3.3 Показатели жизнеспособности деревьев биогрупп | 81 |
| 3.4 Влияние биотических факторов на формирование биогрупп | 93 |
| 3.4.1 Влияние копытных животных на биогруппы и рядовые культуры | 94 |
| 3.4.2 Влияние насекомых-фитофагов на биогруппы и рядовые посадки..... | 100 |
| 3.5. Характеристика фоновых пород..... | 105 |
| 3.6 Характеристика напочвенного покрова..... | 110 |
| Глава 4. Математическое моделирование процессов хода роста в биогруппах..... | 117 |
| Глава 5. Методические рекомендации при создании лесных культур биогруппами | 132 |
| Библиографический список..... | 142 |
| Приложения | 166 |

Введение

Актуальность темы. Целью воспроизводства лесов является рациональное использование лесных земель, оптимизация формационной и возрастной структуры древостоев, повышение продуктивности, устойчивости и качества, сохранение и восстановление экосистемного биоразнообразия, улучшение экологической обстановки. Особенно сложно реализуется достижение этой цели в сосновых насаждениях монопородного состава, созданных искусственным путём.

В Центральной лесостепи подобные насаждения занимают до 30% площади лесного фонда. После вступления в силу нового Лесного кодекса 2006 года они были отнесены к категории защитных, т.е. выполняющих главным образом средообразующие экологические функции. Кроме того, лесные фитоценозы искусственного происхождения, по своей сути являются уникальными биологическими системами, первоначально созданными человеком, однако в дальнейшем развивающимися по естественным законам и принципам природы.

В настоящее время в условиях антропогенной трансформации ландшафтов для дальнейшего сохранения биологического разнообразия и устойчивого выполнения лесными экосистемами своих функций, необходима поддержка на нужном уровне процессов саморегуляции. Знание этих процессов позволит создавать искусственные лесные насаждения с нужным экологическим потенциалом при минимальном уходе за ними. Особое значение сейчас приобретает внедрение в практику лесного хозяйства таких способов лесовосстановления, при которых лесная среда меньше всего нарушается. Вышеуказанным условиям соответствует способ лесовосстановления био группами с сохранением лесной среды. В рамках данного исследования изучались экологические механизмы формирования экосистемного

биоразнообразия при способах лесовосстановления биогруппами и рядами в условиях Цнинского лесного массива - исторически самого крупного лесного массива на территории Тамбовской области. Типичной породой массива является сосна обыкновенная (*Pinus sylvestris* L.). Кроме того, в данных природно-климатических условиях эта древесная порода одна из немногих, способных устойчиво выполнять экологические функции.

Актуальность данного исследования заключается также в отсутствии теоретического обоснования способа лесовосстановления сосны обыкновенной биогруппами при его практическом применении в условиях рассматриваемого лесного массива.

Цель работы заключается в изучении экологических механизмов формирования экосистемного биоразнообразия при способах лесовосстановления посадками по рядам (рядами, культурами по рядам) и биогруппами (с максимальным сохранением лесной среды на вырубках). Для достижения цели сформулированы следующие задачи:

1. Снять и проанализировать основные биометрические параметры деревьев сосны обыкновенной в биогруппах; изучить механизм конкурентных взаимоотношений как основу формирования экосистемного биоразнообразия насаждения; оценить жизнеспособность деревьев в биогруппах.
2. Исследовать влияние дендрофагов на лесные культуры сосны обыкновенной при способах лесовосстановления биогруппами и посадками по рядам.
3. Определить индексы точечного α -разнообразия для фоновых древесно-кустарниковых пород и живого напочвенного покрова.
4. Построить модели хода роста деревьев сосны обыкновенной при различных способах лесовосстановления.

5. Разработать методические рекомендации по восстановлению лесов способом биогрупп на вырубках, с целью наиболее полной реализации экологического потенциала искусственных насаждений.

Научная новизна. В работе приведено сравнение двух способов лесовосстановления сосны обыкновенной: биогруппами и посадками по рядам. Дано научное обоснование различиям в процессе хода роста лесных культур, созданных рядами и биогруппами. Построены модели хода роста всех компонентов биогрупп по высотам и диаметрам. Разработаны методические рекомендации по закладке лесных культур биогруппами.

Положения, выносимые на защиту

1. Структура лесных фитоценозов искусственного происхождения определяется способом лесовосстановления и формируется в результате действия конкурентных механизмов.
2. При лесовосстановлении биогруппами сохраняется лесная среда и под действием конкурентных механизмов формируется экосистемное биологическое разнообразие, типичное для типа лесорастительных условий С₃. При этом индекс Шеннона в биогруппах составляет 0,36, а посадках по рядам – 0,1. Живой напочвенный покров характеризуется большим биоразнообразием в биогруппах ($H' = 0,63$), чем в культурах по рядам ($H' = 0,42$). Таким образом, биогруппы характеризуются большим уровнем экосистемного биоразнообразия
3. Лесные фитоценозы, формирующиеся из биогрупп, отличаются большей устойчивостью к копытным животным и насекомым-фитофагам (в биогруппах количество повреждённых деревьев копытными животными составляет менее 10%, а количество насекомых-фитофагов, приходящихся на 1 ствол, в 2,7 раза меньше, чем для культур в рядах). Также они характеризуются большей жизнеспособностью и устойчивостью.

4. Модели хода роста деревьев биогрупп и культур в рядах имеют полиномиальный характер с высоким коэффициентом аппроксимации, что свидетельствует об одинаковой направленности биологических процессов, но разной их скорости.

Практическая значимость работы заключается в научном обосновании способа лесовосстановления биогруппами как менее затратного, менее трудоёмкого и более экологичного. Применение данного способа позволит повысить устойчивость лесных экосистем, ход процессов развития будущего насаждения максимально приблизить к естественному. В итоге сформируется насаждение, характеризующееся высоким экологическим потенциалом и способностью долговременного выполнения экологических функций.

Предмет и область исследования. Предметом исследования являются искусственные лесные фитоценозы, где лесовосстановление производилось способом биогрупп и посадками по рядам. Область исследования – внутривидовые и межвидовые взаимоотношения внутри растительных сообществ, восстанавливаемых искусственным путем. Результаты исследования применимы к биоценотическому уровню организации живой материи и имеют важное научное значение.

Обоснованность выводов и достоверность результатов определяются достаточным количеством экспериментальных данных и их статистической обработкой. Достоверность построенных моделей ходов роста подтверждается величиной коэффициента аппроксимации. Использование стандартных методов исследования в лесном хозяйстве, статистическая обработка материалов с помощью ЭВМ позволили в ходе написания данной работы избежать грубейших ошибок и неточностей (Microsoft Excel 10, IBM SPSS Statistics 21).

Личный вклад автора заключается в сборе экспериментальных данных, анализе материалов исследования, их статистической обработке, обобщении результатов исследования, написании выводов и рекомендаций.

Апробация работы. Основные положения работы докладывались и обсуждались на следующих научно-практических конференциях: «Воспроизводство, мониторинг и охрана природных, природно-антропогенных и антропогенных ландшафтов» (Воронеж 2012 г.), «Разработка комплекса технологий рекультивации техногенно нарушенных земель» (Воронеж 2012 г.).

Результаты работы отражены в пяти публикациях, три из них в изданиях списка ВАК.

Структура и объем рукописи. Общий объем диссертации составляет 212 страниц, включающих общую характеристику работы, введение, 5 глав, основные выводы, библиографический список, три приложения. Материалы исследований содержат 34 таблицы и 46 рисунков, 3 приложения. Список использованной литературы содержит 212 наименований, из них 13 на иностранном языке.

Благодарности. Автор выражает искреннюю благодарность научному руководителю, доктору биологических наук, профессору Харченко Николаю Николаевичу за помощь в работе над диссертацией; а также профессору Харченко Николаю Алексеевичу – за научные консультации по некоторым проблемам научного направления работы; доценту Писаревой Светлане Вячеславовне – за консультацию по математическому обоснованию работы.

Глава 1. Обзор литературы по изучаемому вопросу

1.1 История изучения биологического разнообразия

Биоразнообразие – «биологическое разнообразие» - это разнообразие живых организмов: от генов до биосферы. Впервые термин употребил Бейтс Генри Уолтер (Bates) (1825–1892). В науку вышеназванное понятие прочно вошло в 1972 году на Стокгольмской конференции ООН по окружающей среде, где экологи сумели убедить политиков в том, что охрана живой природы - это приоритетная задача при осуществлении любой человеческой деятельности на Земле.

Вопросам изучения, использования и сохранения биоразнообразия стало уделяться большое внимание после подписания многими государствами Конвенции о биологическом разнообразии (Конференция ООН по окружающей среде и развитию, Рио-де Жанейро, 1992).

Существует три основных **типа биоразнообразия**:

- **генетическое разнообразие (генетический полиморфизм)** - разнообразие популяций по признакам или маркерам генетической природы. Этот тип биологического разнообразия вызван адаптационной необходимостью в природных популяциях и представляет собой наследуемое разнообразие внутри и между популяциями организмов (Йогансен, 1935, Алтухов, 2003, Лебедева, 2004);

- **видовое разнообразие** - разнообразие видов живых организмов (растений, животных, грибов и микроорганизмов) в определенной экосистеме или конкретной области (Одум, 1986, Юрцев, 1992);

- **разнообразие экосистем**, которое базируется на различиях между типами экосистем, разнообразием сред обитания и экологических процессов. Отмечают разнообразие экосистем не только по различным компонентам (структурным, функциональным), но и по масштабу - от микробиогеоценоза до

биосферы (Пианка, 1981, Терещенко, 1994, Лебедева, 2004). В рамках данного исследования при различных способах лесовосстановления формируются фитоценозы с различным уровнем экосистемного биоразнообразия. Причём наибольшим числом видов флоры и фауны будет характеризоваться ценоз, сформированный био группами, так как только в этом случае максимально сохраняется типичная для C_3 лесная среда (при лесовосстановлении рядками сосна обыкновенная вытесняется осинкой) (Колданов, 1966).

В отдельную категорию принято выделять **разнообразие ландшафтов**, отражающее особенности территориального устройства и влияние местных, региональных и национальных культур общества.

Все типы биологического разнообразия взаимосвязаны друг с другом: так генетическое разнообразие порождает разнообразие видов. Разнообразие экосистем и ландшафтов создает условия для видообразования (Северцов, 1990). Повышение видового разнообразия увеличивает общий генетический фонд и потенциал живых организмов Биосферы. Каждый вид вносит свой вклад в разнообразие – таким образом, не существует бесполезных и вредных видов. Все типы биологического разнообразия следует рассматривать неразрывно от биосферы «общепланетарной живой оболочки» (Вернадский, 1925, Вернадский, 1944).

В 1980 году Р. Уиттекер в зависимости от факторов окружающей среды выделил следующие уровни биоразнообразия:

α -разнообразие – биоразнообразие определённого однородного биологического сообщества, ценоза или его биоты. Данному уровню в исследовании уделяется наибольшее внимание, поскольку объект исследования - искусственные фитоценозы сосны обыкновенной;

β -разнообразие – биологическое разнообразие различных местообитаний;

γ -разнообразие – биоразнообразие совокупности пространственно связанных между собой местообитаний, а также представленных на них сообществах (Уиттекер, 1980).

Изучение видового богатства животного мира нашей планеты имеет давнюю историю. В 1758 году знаменитый ученый Карл Линней перечислил всех известных в то время животных, дав им латинские бинарные названия. За более чем два столетия, прошедшие со времени выхода в свет десятого издания линнеевской "Системы природы", человечество получило достаточно новых знаний о животном мире Земли и продолжает получать. В научной литературе понятия, с которыми связано "разнообразие", известны давно. Это — неоднородность, вариабельность, изменчивость, непостоянство, отличия и т.д. объектов и явлений материального и идеального мира. Выяснение отличий и подобности объектов на основе сравнения их признаков является одним из первых шагов познания. В кибернетике "отличие" является одним из фундаментальных понятий. Поэтому термин "разнообразие" базируется на понятии «материи» и увязывается с такими её свойствами, как неоднородность, качественное и количественное многообразие материи (Урсул, 1967). С позиций системного подхода "разнообразие" представляет совокупность отношений различия и сходства между элементами множества (системы) (Чайковский, 1990). Под целостностью (основным свойством материи) понимают внутреннее единство, принципиальную несводимость свойств системы к сумме составляющих ее элементов (система обладает свойствами целого, неделимого) (Зыков, 2008). С позиции системного подхода, биологическое разнообразие характеризует экологические системы как целые и неделимые, состоящие из множества элементов (причём отдельные элементы не могут рассматриваться вне системы).

В 1963 году Международный союз охраны природы выпустил международную Красную книгу животных и растений. Данное издание привлекло внимание человечества к редким и исчезающим видам (проблеме сохранения биологического разнообразия). Более широко данный вопрос был изложен в докладе «Пределы роста» (Медоуз, 1972). Авторами были сделаны следующие выводы: при закономерном росте населения, производства,

истощения природных ресурсов и загрязнения окружающей среды, мир уже в XXI веке достигнет пределов своего роста. В результате произойдет сокращение биоразнообразия и возникнет крах человеческой популяции и производства.

В 1980г. был предложен термин «устойчивое развитие» (sustainable development) – «изменение биосферы и использование человеческих, финансовых ресурсов, ресурсов живой и неживой природы с целью удовлетворения потребностей человека и для повышения качества его жизни» (Всемирная стратегия охраны природы, 1980). В современном понимании устойчивое развитие – это социально-экономический процесс, при котором достигается удовлетворение жизненных потребностей сегодняшнего поколения людей без лишения такой возможности будущих поколений. В результате этих и других политически значимых событий сложилась Стратегия устойчивого развития, связавшая воедино общество, экономику и окружающую природную среду (Всемирная стратегия охраны природы, 1980).

Устойчивое развитие предполагает, в том числе и устойчивое использование природных ресурсов. В начале XX в. увеличение роста потребности в древесине, снижение требований к качеству сырья, механизация лесозаготовок расширили сферу применения сплошных рубок и увеличили зону экономически доступных лесов. Во второй половине XX в. появилась информация о негативных экологических последствиях интенсивного лесного хозяйства. В интенсивно управляемых лесах (монокультурах) биологическое разнообразие ниже, чем в естественных лесах. Это связано с их однообразием, экологическим состоянием и возрастом. В монокультурах отсутствуют старые деревья и мертвая древесина и, как следствие, виды живых организмов, связанные с этими местообитаниями. Таким образом, они не отличаются высоким биологическим разнообразием (Кривошеин, 2013). С точки зрения современного лесоводства при искусственном лесоразведении и различных

видах лесопользования необходимо, чтобы лесное насаждение отвечало экологическим требованиям, то есть выполняло различные экологические функции. Таким образом, при производстве лесных культур необходимо стремиться к максимальному сохранению лесной среды.

«На сегодняшний день в России устойчивое лесопользование возможно только при соблюдении действующей нормативно-правовой и законодательной базы ведения лесного хозяйства, содержащей в себе основные принципы устойчивого лесопользования, лесной сертификации, согласно критериев которой, процесс хозяйственной деятельности подразумевает в себе соблюдение принципов устойчивого лесопользования, и альтернативным вариантом является создание экологических сетей в лесосырьевых базах предприятий, находящихся в условиях многолесных неосвоенных территорий при учете того, что экологический каркас территории способен будет сохранить основные функции лесных экосистем при ведении экстенсивного типа лесного хозяйства и по мере освоения новых территорий, данный каркас экологической сети позволит восстановить насаждения за период освоения и эксплуатации неосвоенных территорий в соответствующее региону качественное состояние» (Ведерников, 2012).

В рамках данного исследования рассматривается формирование экосистемного биоразнообразия при различных способах лесовосстановления. Лесной фитоценоз, как известно, изменяет окружающую среду, то есть леса характеризуются специфическим микроклиматом (специфической лесной средой) (Сенов, 2006). Поэтому целесообразно говорить о сохранении экосистемного биоразнообразия при сохранении определённых свойств лесной среды. Г.Ф. Морозов в своём труде «Учение о лесе» так указывал на наличие лесной среды: «Всемирно хорошо известно, что в лесу, или, ещё точнее, под пологом леса, другой климат, другая почва и иной почвенный покров» (Морозов, 1949). Таким образом, лесная среда – совокупность климатических и

почвенных условий, в которых существует лесной фитоценоз. В данное понятие входят не только абиотические экологические факторы, но и многосторонние биотические связи между живыми организмами. В рамках данного исследования под сохранением лесной среды понимается сохранение определённого видового состава лесного биогеоценоза при определённых факторах окружающей среды, типичных для ТЛУ С₃.

Сохранение биологического разнообразия возможно лишь при устойчивом лесопользовании, которое в свою очередь предусматривает применение при создании лесных культур способов лесовосстановления, ориентированных на определённый тип лесорастительных условий и сохранение лесной среды.

1.2 Биологическое разнообразие и факторы, влияющие на него

Факторы среды являются многообразными её проявлениями; имеют различную природу и специфику действия. Отдельные параметры окружающей среды не являются независимыми друг от друга и действуют согласованно и последовательно. Для одних организмов большее значение имеют одни факторы, для других – другие (Лопатин, 1997).

Известно, что разнообразие животного мира возрастает прямо пропорционально возрасту сообществ, в которых живут виды, то есть одной из причин возникновения биологического разнообразия считают эволюционное время (Пианка, 1981). Так, например, леса к возрасту спелости (для сосны обыкновенной это возраст в 100-120 лет) представлены максимальным числом видов, и имеют более высокий уровень биологического разнообразия, что определено их формированием и является некоторой стадией развития лесной экосистемы перед переходом к климаксовому сообществу (Красилов, 1990). В северном полушарии, флора и фауна характеризуются более бедным видовым

составом, чем в южном. Виды животных имели здесь слишком мало времени для адаптации и полного освоения среды обитания вследствие четвертичного оледенения и других геологических явлений (Пианка, 1981). Тропические сообщества отличаются высоким разнообразием, поскольку эти биосистемы не испытывали возмущающих воздействий долгое время, что привело в итоге к видовому богатству. Этой гипотезе созвучна и другая, рассматривающая время, необходимое для расселения видов, но не для видообразования (Пианка, 1981). Речь здесь идёт о более коротких современных временных периодах. Так, например, «если мы имеем дело с недавно возникшим участком типа лесной гари, то его видовой состав беден потому, что для его заселения видами из соседних местообитаний просто не хватило времени» (Лопатин, 1997).

Самая часто упоминаемая из всех гипотез связывает видовое богатство с устойчивостью климата или с незначительными его изменениями по сезонам года (Пианка, 1981). Вышеприведенному теоретическому положению соответствует климат тропиков, особенно экваториальная зона (Лопатин, 1997). Среда с устойчивым климатом благоприятна специализированным видам, занимающим узкие экологические ниши. Таким образом, на одной площади может обитать больше видов, не конкурирующих из-за доступных ресурсов. В областях с устойчивым климатом первичная или растительная продукция лесных экосистем устойчива и обуславливает сосуществование большего числа видов, чем в областях с неустойчивой продуктивностью (Лопатин, 1997).

В лесных фитоценозах формирование биоразнообразия возможно объяснить с позиции гипотезы пространственной гетерогенности: местообитания с более сложной структурой содержат большее число «микроместообитаний» и пути его использования более многообразны (Пианка, 1981). Так, например, в сложных лесных экосистемах обитает большее количество животных и птиц, быстро сменяющих друг друга в пространстве,

«...обуславливая тем самым высокий пространственный компонент разнообразия...» (Пианка, 1981).

Многие экологи отводят важную роль в образовании богатых видами сообществ такому виду биотического фактору, как конкуренция, о роли которой как движущей силы процесса видообразования говорил еще Ч. Дарвин. Под конкурентными взаимодействиями подразумевают биотические взаимоотношения, при которых для двух особей или для двух видовых популяций отсутствует достаточное количество какого-то ресурса среды их обитания (Уиттекер, 1980). Конкуренция может возникнуть также при воздействии видов-конкурентов друг на друга (Пианка, 1981). В итоге происходит распределение видов по экологическим нишам, а для специализированных видов характерны узкие ниши, что способствует возникновению высокого разнообразия. Как известно, конкуренция подразделяется на внутривидовую и межвидовую (Одум, 1985). Особенно острая межвидовая конкуренция наблюдается в тропических дождевых лесах, поскольку они характеризуются высочайшим биологическим разнообразием и небольшими размерами видовых популяций. Согласно Лопатину И.К. «.. на 1 га такого леса может произрастать от 50 до 100 видов деревьев. Высокое разнообразие растений, в свою очередь, благоприятствует развитию разнообразия животных, особенно птиц и насекомых, в то время как многие виды редки и число особей одного вида мало...». Кроме того, конкурентные механизмы определяют структуру того или иного биологического сообщества, например лесных экосистем. Также они являются основой действия естественного отбора. При формировании биогрупп внутривидовая конкуренция имеет особое значение (под биогруппой в рамках данного исследования понимается группа особей сосны обыкновенной искусственного происхождения, отличающаяся самодостаточностью; деревья произрастают по трём рядкам) (Харченко, 1985, Семёнов, 2013). Конкурентные механизмы

способствуют расширению экологической ниши, то есть ее можно характеризовать так называемыми «широкими параметрами». Повышение внутривидовой конкуренции приводит к ослаблению межвидовой, а также к повышению разнообразия ресурсов, в отношении которых возможна некая видовая специализация. Такие конкурентные механизмы приведут в итоге к увеличению фенотипической изменчивости видовой популяции или ценопопуляции (Джиллер, 1988). Межвидовая конкуренция также оказывает влияние на формирование фитоценозов, но её влияние проявляется гораздо меньше.

Ни один из факторов окружающей среды, взятый в отдельности, не в состоянии объяснить причину разнообразия видов в конкретной ландшафтной зоне земного шара. В конце 20 столетия обсуждению связей между климатом и разнообразием была посвящена работа, основанная на сравнении числа видов некоторых групп насекомых на территории Русской равнины (Чернов, 1993). Авторы пришли к убеждению, что проблема корреляции климата и биоразнообразия находится пока на описательном этапе изучения.

Вследствие существования многочисленных гипотез, «разнообразие - это итог противоречий, компромисс между генетически заложенным потенциалом формообразования и ресурсами среды. Таким образом, эволюция направлена в сторону «увеличения разнообразия» (Чернов, 1993). Формирование разнообразия является самодвижущимся процессом, оно создает предпосылки для дальнейшей его эволюции, поэтому можно утверждать, что разнообразие порождает разнообразие по принципу обратной связи (Уиттекер, 1980).

Таким образом: «Изучение биоразнообразия из области чисто научных интересов перешло в область необходимых практических действий. Трудями многих биологов удалось показать, что функционирование и само стабильное существование биосферы, в которой протекает жизнь людей, зависят от

совершенства регуляции проходящих в биосфере процессов. А оно может осуществляться только через разнообразие. Так что в итоге сохранение биоразнообразия относится к числу наиболее актуальных мировых задач» (Лопатин, 1997).

При создании лесных культур на формирование биологического разнообразия оказывают влияние такие факторы как способ лесовосстановления (Романов, 2007), характеристика лесокультурных площадей, их геометрическая конфигурация и расположение в пространстве (Харченко, 1985, Харченко 2000, Харченко 2003).

1.3 Из истории лесокультурного дела Центральной лесостепи

Первые опыты лесокультурного дела, например, в Тамбовской области были начаты в 19 веке, но отдельные попытки создания культур относятся к более раннему периоду. Так, согласно архивным документам, в 1799 году имелись вырубки, облесенные сосной, дубом и лиственными породами на площади примерно в 300 десятин. Однако в большом масштабе культуры стали создаваться гораздо позднее, что определялось сложившимися социально-экономическими условиями. До начала 18 века леса Тамбовской области не подвергались усиленной эксплуатации и по существу были представлены девственными древостоями. Лесистость Тамбовской губернии в 1696 году составляла 40,5%. В связи со строительством флота Тамбовские леса подверглись усиленной рубке, и к 1725 году лесистость снизилась до 37,1%. Интенсивное уничтожение леса продолжалось и в дальнейшем. Если главной причиной рубки лесов в начале 18 века было стремление использовать

древесину для военных целей (кораблестроение), то в дальнейшем лес уничтожался ради расширения сельскохозяйственных угодий.

Другая причина усиленной вырубki лесов заключалась в том, что в середине 19 века Россия становится на путь капиталистического развития. Древесина, получаемая от рубки леса, становится товаром, предметом купли-продажи.

В начале 19 века лесокультурное дело в Тамбовской губернии не носило планомерного характера. Делались отдельные попытки создания парков, рощ и аллей в частных владениях (Журихин, 1973).

В казенных лесах Тамбовской губернии общая площадь произведённых лесных культур оценивалась в 50 тыс. га. При этом сохранность культур составила примерно 20%, что объясняется низким уровнем и несовершенством технологий лесопосадки и лесовыращивания, отсутствием своевременного ухода. Однако, несмотря на недостатки, тамбовским лесоводам удалось создать немало насаждений, которые сохранились до настоящего времени. Большое внимание уделялось созданию питомников. Например, к 1914 году в губернии имелось 522 питомника, общей площадью в 36 десятин. В годы войны объёмы лесокультурных работ существенно снизились, но полностью не прекращались. Анализ показывает, что если за 100-летний дореволюционный период в Тамбовской области было произведено 25 тыс. га культур, из которых к настоящему времени сохранилось лишь 30%, то за последующие 50 лет их произведено в 4 раза больше, при средней сохранности около 85%.

Первые лесные культуры области были созданы посевом семян по необработанной или частично взматыженной почве. В итоге такие культуры погибали вследствие примитивной обработки почвы и в условиях отсутствия уходов. Далее при создании лесных культур стали производить предварительную подготовку почвы, которая заключалась в устройстве щелей,

выкопке ям в дернине, а позднее - в нарезке борозд. Количество посадочных мест составляло от 50-80 до 200-300 штук на 1 десятину, что приводило к большому отпаду растений. В культурах проводились однократные уходы за почвой – рыхление и удаление сорняков. Постоянная нехватка посадочного материала обусловила необходимость создания лесных питомников. (Журихин,1973).

Впоследствии широкое распространение на лесосеках получило создание лесных культур площадками, которые закладывались различных размеров и конфигурации. Как правило, такой способ применялся при создании культур на переувлажнённых почвах. В нормальных условиях таким способом создавались культуры дуба. (Журихин, 1973).

Начало 20 века для тамбовских лесоводов было годами продолжающихся исканий. Возраставший год от года объем лесокультурных работ, более мелкое дробление лесов на лесничества позволили ставить производственные опыты в более широких масштабах, проводить наблюдения, приходиться к каким-то выводам в выборе лучших способов искусственного лесовосстановления. В лесничествах стал шире практиковаться уход за лесными культурами. «Глубоко ошибочно мнение тех, кто считает, что лес можно вырастить, не ухаживая за ним, не освобождая его от нежелательной древесно-кустарниковой растительности, трав, которые способствуют отпаду, снижению прироста, а то и гибели сеянцев» (Журихин, 1973).

Одной из причин гибели посадок, созданных рядами, было их «заглушение» корнеотпрысковой осинкой. Даже регулярное удаление поросли осины не всегда давало положительный результат. В пределах биогруппы поверхностные корни осины сдвигаются в вал. Густая высадка саженцев ведёт к ускоренному смыканию крон, что даёт основание для перевода площади в лесопокрытую. В пределах биогруппы эффективно осуществляется внутривидовой отбор (рис.1). Общий вид биогруппы принимает форму

«пирамиды». Смыкание лидирующих деревьев в будущем создаёт основной древесный полог, при сохраняющейся на фоне лесной среде, соответствующей конкретному типу лесорастительных условий (ТЛУ). Формируемая таким образом лесная среда максимально приближена к естественной без применения затратных лесохозяйственных мероприятий. При создании культур рядами со сплошной обработкой почвы формирование лесной среды начинается с нуля; требует большего времени и затрат (рис.2).



Рис. 1. Формируемая био группа на сохраняемом фоне (фото Харченко Н.А., 1988 год)



Рис. 2. Лесовосстановления рядами (фото Харченко Н.Н., 2013 год)

Общая площадь лесов Тамбовской области по состоянию на 01.01.2012 года составила 402,6 тыс. га. Из них леса, расположенные на землях лесного фонда Российской Федерации, находящиеся в ведении управления лесами Тамбовской области, занимают площадь 374,7 тыс. га (93 %).

На долю прочих лесофондодержателей приходится 28,1 тыс. га или 7 % от общей площади лесов области, в том числе: заповедник “Воронинский” – 10,3 тыс. га; военное лесничество - 17,3 тыс. га; леса других ведомств - 0,3 тыс. га.

Средняя лесистость Тамбовской области составляет 10,4%, при этом процент лесистости колеблется от 0,6 % в южных районах области до 23,4 % в северных.

Основная масса лесов государственного лесного фонда сосредоточена в бассейнах рек и образует три крупных лесных массива: Цнинский – 252,6 тыс. га (67%), Иловайский - 51 тыс. га (14 %) и Воронинский - 48,2 тыс. га (13,0%). Остальная площадь лесов рассредоточена в южной и юго-западной части области среди сельскохозяйственных земель и представлена отдельными урочищами и колками искусственного происхождения. Общий запас древесины лесного фонда Тамбовской области – 67,03 млн.м³.

По состоянию на 01.01.2012 площадь хвойных насаждений на землях лесного фонда составила 155,2 тыс. га (46%), твердолиственных – 54,9 тыс. га (17%), мягколиственных – 124,3 тыс. га (37%). Подобное соотношение хвойных и лиственных пород позволяет сформировать смешанные лесные насаждения, устойчивые к воздействию пожаров и иных негативных факторов, имеющие высокие рекреационные характеристики.

По состоянию на 01.01.2012 наличие спелой и перестойной древесины составляет 15,9 млн.м³ (24% от общего запаса), из нее мягколиственных пород – 8,5 млн.м³ (54% от запаса спелых и перестойных насаждений).

В целях реализации полномочий в области лесных отношений, переданных Тамбовской области, постановлением администрации Тамбовской области от 19.12.2007 №1404 были созданы 13 областных государственных учреждений (лесничеств), осуществляющих функции государственного управления, лесного контроля и надзора в государственном лесном фонде области. В настоящее время в соответствии с постановлением администрации Тамбовской области от 08.06.2011 № 618 «О создании областных государственных казенных учреждений (лесничеств)» тип Тамбовских областных государственных учреждений изменен на Тамбовские областные государственные казенные учреждения.

В целях выполнения работ по охране защите, воспроизводству лесов на территории Тамбовской области в соответствии с постановлением администрации области от 16.01.2008 №41 созданы 14 Тамбовских областных государственных автономных учреждений (лесхозов). В соответствии с постановлением администрации области от 15.04.2011 №373 «О внесении изменений в уставы Тамбовских областных государственных автономных учреждений (лесхозов)» автономные учреждения наделены статусом специализированных по тушению лесных пожаров и осуществлению отдельных мер пожарной безопасности в лесах

В рамках воспроизводства лесов автономными учреждениями (лесхозами) по состоянию на 01.07.2012 года проведены мероприятия по уходу за лесом, направленные на повышение продуктивности лесов, сохранение их полезных функций на площади 615 га, в том числе рубки ухода, направленные на улучшение породного и качественного состава молодняков - на площади 1140 га. При проведении рубок ухода заготовлено 24,3 тыс. м³ ликвидной древесины.

В целях улучшения санитарного состояния лесных насаждений, уменьшения угрозы распространения вредных организмов в лесах области

проведены санитарно-оздоровительные мероприятия на площади 2056 га, при этом заготовлено 158,2 тыс. м³ ликвидной древесины.

Весной 2012 года в лесном фонде проведены лесовосстановительные работы на площади 1250 га, при этом заложено лесных культур сосны обыкновенной 843 га (67%). Проведены агротехнические и лесоводственные уходы за лесными культурами на площади 3200 га.

В рамках осуществления мероприятий по охране лесов от пожаров лесхозами области в течение всего пожароопасного периода осуществляется дежурство на пожарных вышках и патрулирование лесов, а также проводятся противопожарные мероприятия:

- создано 1876 км противопожарных барьеров и минерализованных полос;
- уход проведен за минерализованными полосами в объеме 9030 км;
- построено и отремонтировано 169 км дорог противопожарного назначения.

За первое полугодие 2012 года в лесах области зарегистрировано 9 лесных пожаров. Площадь, пройденная пожарами, составила 1,30 га. Средняя площадь одного пожара составила 0,14 га.

Очаги болезней леса снизились на 1159,3 га. В целях предотвращения вспышек массового размножения вредителей и болезней леса особое внимание уделялось биологическим мерам борьбы. Профилактические – биотехнические мероприятия проведены на площади 183 га (Управление лесами Тамбовской области, 2012).

1.4 Биоразнообразие лесных фитоценозов

В современной синэкологии термин "фитоценоз" ввел И.К. Пачоский в 1915 году. Изначально под ним подразумевалась чистая заросль, отличная от настоящего растительного сообщества. Позже под фитоценозом стали понимать растительное сообщество - совокупность растений на данном однородном участке территории или "участок растительного покрова, однородный на известном протяжении" (Сукачев, 1938, 1945). В.Н. Сукачев считал "единственным и достаточным признаком фитоценоза наличие определенных взаимодействий между растениями и между ними и средой" (1950). Однако растительность в биогеоценозе не выступает единым объектом, и вышеприведенный термин является только условным, удобным для ее характеристики.

Фитоценозы представляют собой сообщества растений, возникших в результате длительного процесса эволюции. Это компоненты биогеоценоза (экосистемы), находящиеся во взаимоотношениях друг с другом и с другими биоконпонентами, приспособленные к совместному обитанию в определённых условиях среды, а также в большинстве случаев и к разнообразным формам человеческой деятельности (Харченко, Лихацкий, 2003). В настоящее время преобладают фитоценозы искусственного происхождения в силу своей энергии роста и наследственных свойств, закреплённых в процессе эволюции.

Организация сообществ лесных растений характеризуется их составом и структурой и представляет собой явление динамическое: эта совокупность параметров подвержена изменениям в различных пределах, варьирующих согласно зависимости от типов фитоценозов. Состав лесных фитоценозов характеризуется: флористическим составом, составом экобиоморф (типов приспособительных структур растений и их физиологическими

особенностями), составом видов, различных по ценотической значимости, численностью и составом ценотических популяций видов, образующих фитоценоз (Харченко, Лихацкий, 2003).

В лесокультурном деле необходимо проводить внутрипопуляционные отборы устойчивых форм, что дает возможность использовать их клоны для быстрого получения большого количества посадочного материала. Высокая степень гетерогенности популяций сосны обыкновенной позволяет успешно применять этот метод для формирования клоновых семенных плантаций и создавать культуры сосны, устойчивые к распространенным в различных регионах видам вредителей. Основными показателями устойчивости являются: наличие повреждений на протяжении последних трех лет, интенсивность выделения живицы из срезов побегов, выживаемость вредителей (по результатам учетов в начале и конце вегетационного периода), темно-зеленый или сизо-зеленый цвет хвои, ее длина.

В практическом плане при оценке состояния лесных биогеоценозов в первую очередь определяют устойчивость каждого из его компонентов. Для природных биологических систем ключевой характеристикой является биологическое разнообразие. Они состоят, как правило, из неустойчивых элементов; однако неустойчивость одного из них стабилизируется через обратные связи изменением поведения других.

Под эволюционной устойчивостью, или стабильностью, понимают два различных явления: стабильность эволюции как процесса — эволюционная стабилизация (Шмальгаузен, 1939) и стабильность в смысле неизменности — стасигенез (Huxley, 1957, 1958) или стазис (Eldredge, 1972). Стазис — состояние равновесия между скачкообразными эволюционными изменениями. Период равновесия длителен и изредка чередуется со скачкообразными эволюционными изменениями (Eldredge, 1972).

Таким образом, «экологическая устойчивость – это свойство поддержания высокоорганизованными системами в определённых рамках значений основных параметров своего состояния в неустойчивой среде, достигаемое путём эффективного гашения внешнего возмущающего воздействия во внутренних цепях за счёт различных адаптаций и наличия обратных связей между всеми элементами, выработанное в процессе длительной эволюции живой материи и направленное на успешное её продолжение» (Демаков, 2000). Таким образом, устойчивость биологических систем определяется их гомеостазом. Гомеостаз – способность биологических систем к саморегуляции при изменении условий окружающей среды. Поддержание гомеостаза – непереносимое условие существования как отдельных клеток и организмов, так и целых биологических сообществ и экосистем.

Концепция гомеостаза экосистемы в экологии была разработана Ф. Клементсом. Равновесие в экосистемах поддерживается процессами с обратной связью. Гомеостаз - это способность популяции или экосистемы поддерживать устойчивое динамическое равновесие в изменяющихся условиях среды. В гомеостазе (устойчивости) живых систем выделяют (Пузаченко, 1989):

1.Резистентный гомеостаз – способность системы переносить изменения среды без нарушения основных её свойств;

2.Упругий гомеостаз— способность системы быстро самостоятельно возвращаться в нормальное состояние из неустойчивого, которое возникло в результате внешнего неблагоприятного воздействия на систему.

Понятие гомеостаз используется в экологии для характеристики устойчивости различных систем. Вследствие гомеостатической регуляции поддерживается постоянство состава и численности популяций в сообществах. На уровне экосистем гомеостаз проявляется в наиболее устойчивых формах и представляет собой взаимодействия между различными видами, которые

выражаются в приспособленности к условиям среды и поддержании циклов круговорота биогенных элементов. Можно говорить и о гомеостазе биосферы, в которой взаимодействие живых организмов поддерживает постоянство газового состава атмосферы, состав почв, состава и концентрации солей мирового океана и другое.

Равновесие в биологических системах, и в лесных фитоценозах в частности, обеспечивается избыточностью организмов, выполняющих одинаковые функции. Например, если в сообществе имеется несколько видов растений, каждое из которых развивается в своем температурном диапазоне, то скорость фотосинтеза экосистемы в течение длительного времени может оставаться почти неизменной. При возрастании стресса система может оказаться неспособной возвратиться на прежний уровень, хотя и остается управляемой (Харченко, Лихацкий, 2003). Для экосистем возможно не одно, а несколько состояний равновесия. После стрессовых воздействий они часто возвращаются в другое, новое, состояние равновесия (равновесие неклимаксовых экосистем). Состояние климакса - равновесное состояние экосистемы, при котором на единицу потока энергии приходится максимальная биомасса (Красилов, 1990).

Равновесие - понятие относительное. Иногда амплитуда отклонений мала, иногда значительна, но пока сократившаяся популяция способна восстановить прежнюю численность, она существует. Равновесие в природных системах зависит от плотности популяции, т.е. числа особей на единицу площади.

Стабильность экосистем в экологии означает свойство любой системы возвращаться в исходное состояние после того, как она была выведена из состояния равновесия. Стабильность определяется устойчивостью экосистем к внешним воздействиям (Арефьев, 2008).

Одним из факторов, определяющих продуктивность экосистем и их устойчивость, является уровень биологического разнообразия, в связи с чем в последнее время резко возросла значимость проблемы его изучения (Чернов, 1991; Пузаченко, 1992; Мордкович, 1994).

Проанализировав различные аспекты проблемы оценки устойчивости, продуктивности и стабильности лесных сообществ, в 2000 году Демаков Ю.П. сделал ряд выводов, имеющих теоретическое и прикладное значения. В рамках рассматриваемой проблемы особое значение имеют следующие:

- устойчивость – это главное, определяющее свойство биологических систем, характеризующее их способность к сохранению гомеостаза в нестабильной окружающей среде;
- надёжность системы прямо связана с числом параллельно функционирующих каналов, то есть избыточности элементов, что напрямую связано с уровнем биоразнообразия на всех уровнях его организации;
- главным условием устойчивого функционирования лесных экосистем является не просто достаточно высокий уровень биоразнообразия, а наличие исторически сложившегося коадаптивного комплекса биоты (Харченко, Лихацкий, 2003.).

Таким образом, на основе биоразнообразия создается структурная и функциональная организация биосферы и составляющих ее экосистем, которая определяет их стабильность и устойчивость к внешним воздействиям.

Фундаментальной основой будущего биоразнообразия развивающихся биологических систем являются такие экологические понятия, как экологические лицензии и ниши.

Эволюционные процессы в биосфере и составляющих ее экосистемах также возможно описать, рассматривая изменяющиеся отношения между

экологическими нишами (нишами) и экологическими лицензиями (лицензиями) (Старобогатов, Левченко, 1997). Под лицензией подразумевается способность экосистемы предоставить существующей в ней популяции (или вселяющейся в нее): 1) определенное положение в пространстве и времени; 2) определенное положение в градиенте факторов среды; 3) определенную роль в потоках вещества, энергии и информации. Экологические ниши определяются следующими параметрами: положением во времени и пространстве, комплексом факторов среды, определённой ролью в передаче и преобразовании энергии. Концепция экологической ниши связывает между собой понятия популяция и экосистема, описывая пути приспособления одних экологических объектов к другим, образуя устойчивые экосистемные связи (Джиллер, 1988).

Если рассматривать лицензии применительно к популяции, вселяющейся в экосистему, то можно говорить о "свободной или пустой экологической нише". Однако, "свободная ниша" не может быть определена с позиции классических определений экологической ниши (E. Odum, 1983). В этих определениях ниша вводится для описания совокупности условий, необходимых для обитания той или иной видовой популяции или вида в целом. Поэтому, если нет вида и видовой популяции, то нет и ниши, словосочетанию же "свободная ниша" просто невозможно сопоставить никакие конкретные условия среды (Старобогатов, Левченко, 1997).

Эволюцию экологических систем, не затрагивающую абиотическую среду, можно рассматривать как прогрессирующую специализацию многих видовых популяций, приводящую к сужению ниш, и, как следствие, к освобождению некоторых частей лицензий. Экологические ниши и живые организмы, в том числе и древесные растения, образуют комплементарные пары. Ниша порождается тем, кто её занимает (Паттен, 1981).

В силу преобладания в настоящее время фитоценозов искусственного происхождения встаёт вопрос о создании лесных сообществ, характеризующихся устойчивостью, биологическим разнообразием и

продуктивностью. И, как видно из обзора литературы, данная проблема требует немедленного решения.

1.5 Биотические отношения как эволюционный фактор, влияющий на устойчивость и биологическое разнообразие биологических систем надорганизменного уровня

В биологических системах живые организмы участвуют в процессе преобразования и передачи вещества и энергии, что является основой существования трофических цепей и сетей. В настоящий момент хорошо известно, что в основе функционирования экосистем различных рангов лежит биологический круговорот вещества. В качестве звеньев данной цепи непосредственно выступают организмы, свойственные той или иной биологической системе (Камшилов, 1961).

К появлению биологических систем надорганизменного уровня привело взаимодействие живых организмов между собой и окружающей средой в результате длительного процесса эволюции. Ведущее значение биотических взаимоотношений (биотических факторов) подтверждали многие учёные: Мантейфель, 1941, Зенкевич, 1952, Гаевская, 1955, Ивлев, 1955. Велика роль в изучении данного вопроса советских экологов-эволюционистов: Северцова, 1934, 1951, Наумова, 1955, Васнецова, 1953 (Камшилов, 1961).

В литературе начала 20 века биотические отношения рассматриваются как форма борьбы за существование (Morgan, 1900, Plate, 1939), то есть в то время отсутствовала классификация биотических взаимоотношений организмов.

Лишь исследования конца 30 годов 20 века позволили прийти к следующей классификации биотических отношений (Шмальгаузен, 1939):

- Генеалогические отношения – наследственные отношения, вся совокупность связей между поколениями живых организмов;
- Экологические – все отношения питания, защиты от врагов, конкурентные отношения (внутривидовая и межвидовая конкуренция).

В данной исследовательской работе нас интересуют экологические отношения, в результате которых происходит развитие того или иного биологического сообщества. При этом генеалогические отношения играют также важную роль: «...без экологических отношений невозможны генеалогические; генеалогические отношения переходят путём дивергенции форм в экологические..» (Камшилов, 1961).

При наиболее удачном сочетании природно-климатических условий и биотических взаимоотношений биологические системы различных рангов сохраняют устойчивость и биологическое разнообразие на нужном уровне.

Внутривидовое разнообразие служит не только материалом эволюции, но и фактором, стабилизирующим виды во времени. Чем шире внутривидовое разнообразие, тем менее вероятна выработка новых адаптаций, т. е. прогрессивная эволюция при изменении условий существования (Северцов, 1990). Эта закономерность дополнительно повышает эволюционную стабильность видов.

В настоящее время с позиции биотических факторов можно выделить три причины эволюционной стабильности популяций и видов (Северцов, 1990):

1. сохранение адаптивного значения, т. е. оптимального функционального соответствия среде, тех или иных признаков организма. До тех пор пока такое соотношение не меняется, действует стабилизирующий отбор, и признаки сохраняются неизменными;

2. равновесие противодействующих друг другу векторов движущего отбора, при котором усилению отбора в каком-либо направлении противодействует усиление отбора в другом (других) направлении (направлениях);
3. внутривидовое разнообразие, препятствующее формированию новых адаптаций.

Естественно, если изменения среды выходят за рамки уже существующих адаптивных возможностей внутривидового разнообразия, эволюция продолжается. В этом смысле можно говорить о том, что экологическая устойчивость является одной из причин эволюционной стабильности.

Биотические факторы играют большую роль в формировании лесных фитоценозов, так например конкурентные взаимодействия обуславливают ту или иную структуру сообщества и влияют на распределение деревьев по классам роста Крафта.

1.6 Эколого-биологические особенности сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.)

Сосна обыкновенная – дерево от 20 до 45 м в высоту и до 1 м в диаметре ствола. Крона сквозистая, в молодом возрасте ширококоническая, у взрослых деревьев – яйцевидно-раскидистая с закруглённой или плоской вершиной, высокоподнятая. Тип ветвления – мутовчатое.

Форма ствола цилиндрическая. Кора молодых деревьев серая, затем становится буровато-красной, с длинными продольными трещинами в нижней части, где образует слой корки толщиной до 10 см (Булыгин, Ярмишко, 2001). В верхней части ствола на сучьях и в кроне кора оранжево-красноватая, гладкая, отслаивается крупными тонкими плёнками с неровными разорванными краями.

В возраст половой зрелости сосна вступает с 6-10 лет при произрастании на свободе и с 15-40 лет – в насаждениях. Опыляется ветром. Зрелые шишки продолговато-яйцевидные, буро-серые, красновато- или лилово-коричневые, в длину от 3 до 7 сантиметров, висят на крючкообразном корешке. Семена распространяются ветром. В разных условиях местопроизрастания повторяемость урожайных лет различна. Для центральной полосы европейской части России это значение составляет 3-5 лет. Сосна - растение однодомное, но с преобладанием "цветков" одного пола. Иначе говоря, на одних экземплярах обычно больше "соцветий" женских, на других - мужских. Это, очевидно, имеет наследственный характер, но может меняться в зависимости от условий произрастания и хозяйственного воздействия. Мужские "соцветия" сгущены у основания побегов. Женские "соцветия" имеют вид шишечек, расположенных на концах побегов. Цветет сосна в конце мая - начале июня, когда дневная температура достигает 22 градусов. Опыление осуществляется ветром. Оплодотворение происходит лишь весной следующего года (Булыгин, 2001).

Сосна обыкновенная – дерево быстрорастущее, особенно значителен прирост в высоту с 10 до 40 лет. Может переносить как суровый климат севера, так и жаркий климат степей, малотребовательна к теплу, зимостойка, не боится заморозков. Сосна обыкновенная известна как одна из наиболее светолюбивых древесных пород. Значительное в ЦЧР количество часов солнечного сияния несколько улучшает позиции сосны во взаимоотношении с другими растительными компонентами лесов. Светолюбие сосны, как и других древесных пород, изменяется с возрастом. Наиболее теневынослива сосна в первые годы жизни. Вместе с тем, именно в это время на ее теневыносливость заметно влияют особенности почв, поскольку при лучшем обеспечении водой и питательными веществами поглощается большая часть падающего на хвою света. У сосны эта особенность выражена особенно четко. При одинаковой освещенности подрост сосны под пологом леса оказывается тем угнетеннее, чем беднее и суше почва. Она обладает пластичной корневой системой. На

глубоких свежих почвах развивается мощный стержневой корень и множество вертикальных корней. На более бедных почвах корневая система сосны обыкновенной характеризуется наименьшим развитием.

Растёт сосна обыкновенная преимущественно на почвах лёгкого механического состава, на подзолистых серых, бурых и на чернозёмах. Именно эта древесная порода является образвателем как равнинных, так и горных светлохвойных лесов России (Булыгин, 2001). На территории Цнинского лесного массива сосна обыкновенная – главная порода. И сосновые леса здесь имеют естественное происхождение (Журихин, 1973).

По сравнению со всеми другими видами сосна обыкновенная имеет самое большое значение в хозяйстве нашей страны. Так эта древесная порода даёт ценную качественную древесину. В некоторых регионах нашей страны до сих пор ведётся подсочка сосны обыкновенной, что важно для развития химической промышленности (Булыгин, 2001).

Нельзя забывать также об экологической роли данной древесной породы. Сосну обыкновенную широко применяют в степном и полезащитном лесоразведении; также она является главной породой при создании лесных культур. Сосновые леса имеют водорегулирующее и водоохранное значение. Интересны также аллелопатические свойства сосны обыкновенной – деревья выделяют особые вещества – фитонциды, оказывающие воздействие на различные микроорганизмы (Журихин, 1973).

При создании культур сосны обыкновенной рядами в настоящее время практикуется следующая технология: производится нарезка борозд плугом ПКЛ-70 на глубину 8-12 см. с расчётом удаления задернелого слоя почвы при среднем расстоянии между рядами 1,7-25 м. В незначительных объёмах по низинам почва обрабатывается фрезой ФЛН-0,8. На пустырях и прогалинах почва обрабатывается полностью (сплошь). При данном способе

лесовосстановления до смыкания крон дерева сосны обыкновенной практически не различаются по высоте и диаметру. Без проведения лесоводственных уходов в рядках главная порода будет вытесняться осинкой на всей лесокультурной площади (Колданов, 1966) .

От вышеназванного метода искусственного лесовосстановления метод биогрупп отличается максимальным сохранением лесной среды и меньшими затратами на реализацию технологии. То есть наблюдается сохранение биологического разнообразия, что в свою очередь, не может не сказаться на устойчивости лесной экосистемы (Петров, 1990, Харченко, 2000, Харченко, 2012).

Вывод по главе: таким образом, механизм формирования биологического разнообразия при восстановлении лесов определяется в первую очередь всем комплексом биотических факторов. Особенно важным является правильный выбор способа лесовосстановления, при котором максимально сохранится лесная среда. Способ закладки лесных культур биогруппами является оптимальным в условиях защитного лесоразведения. Данный способ лесовосстановления широко применялся и применяется в условиях Цнинского лесного массива, однако научные основы его не разрабатывались.

Глава 2. Район, объект и методика исследования

2.1 Краткая характеристика территории и лесорастительных условий районов исследований

В главе 2 приведена характеристика природно-климатических условий Центральной лесостепи и Тамбовской области, где располагается объект исследования. Приведена также краткая характеристика лесов Цнинского лесничества, где были заложены пробные площади.

2.1.1 Характеристика Центральной лесостепи

Согласно схеме почвенно-географического районирования (Почвы СССР, 1979) район исследования относится к Центральной лесостепной провинции.

Центральная лесостепь или Центральная лесостепная провинция по территории своего расположения относится к бассейну Верхнего и Среднего Дона и занимает большую площадь его территории до линии Валуйки – Острогожск – Лиски – Новохоперск – Борисоглебск – Балашов (в её состав входят Липецкая, Воронежская, Тамбовская, Курская, Белгородская области).

В регионе преобладают черноземы, лугово-черноземные и луговые почвы, серые лесные почвы, солонцы и солоды, аллювиальные луговые и пойменные почвы. В Центральной лесостепи прослеживается широтная зональность почвенного покрова, которая заключается в последовательной смене в направлении с северо-запада и севера на юг и юго-восток региона подзон черноземов: оподзоленных, выщелоченных, типичных, обыкновенных и южных. В пределах региона наибольшее распространение получили черноземы. Формирование их проходило в условиях травянистых степей, имеющих много растительного материала для образования гумуса и обладающих ослабленными

процессами выноса вследствие сухого летнего периода. Накоплению гумуса в черноземах также способствует карбонатность лессовидных суглинков, выступающих в качестве материнской породы этих почв (Ахтырцев, Адерихин, Ахтырцев, 1981).

Среди подтипов черноземов в Центральном Черноземье по занимаемой площади доминируют черноземы типичные (около 4 млн. га). Они покрывают преимущественно среднюю часть региона и простираются от западных границ Белгородской и Курской областей до Приволжской возвышенности. Типичные черноземы имеют мощный гумусовый горизонт, совместно с переходным он занимает 70-90 см, содержание гумуса в пахотном слое – около 7-8 %, а запасы его в метровой толще достигают 470-560 т/га (Ахтырцев, Адерихин, Ахтырцев, 1981).

В рамках данного исследования особый интерес представляют серые лесные почвы, распространенные в виде островных массивов, приуроченных к лесам. Гумусовый горизонт этих почв имеет темно-серый цвет, иллювиальный горизонт обычно растянут и выражен неясно. Мощность гумусового горизонта максимально составляет 50 см; содержание гумуса в верхней части (0-10 см) достигает 4-6 %; запасы гумуса в метровом слое – 300-360 т/га. (Ахтырцев, Ахтырцев, 1993).

Характер рельефа Центральной лесостепи неодинаков, так как особую роль в его формировании играют различные процессы: экзогенные, эндогенные и антропогенные (Михно, 1990,1996,1998). Рельеф включает в себя возвышенные и низменные территории, разрезанные долинно-балочной и овражной сетью. В Центральной лесостепи по рельефу выделяют три основных элемента: Среднерусская возвышенность, Калачская возвышенность и Окско-Донская низменная равнина, которые по своему характеру влияют на произрастающие здесь древесно-кустарниковые породы.

По лесорастительному районированию южная граница лесостепной зоны совпадает с южной границей водораздельных лесов и соответствующей границей распространения черноземов. Она проходит от устья реки Черной Калитвы до р. Подгорной, по ее долине на Калачской возвышенности, затем к Волге, севернее Камышина (Мильков, 1950; Курнаев, 1973).

На территории Центральной лесостепи выделяют климатические зоны и подзоны, которые соответствуют почвенным зонам и подзонам (Костин, 1954). Каждая климатическая зона поделена на районы, внутри которых климатические показатели, такие как температура, влажность воздуха и осадки, более или менее одинаковые.

Климат Центральной лесостепной провинции умеренно-континентальный, с умеренно холодной зимой и жарким летом. Суммарный радиационный баланс за год здесь равен 36-40 ккал/см. Период с положительным радиационным балансом длится здесь в среднем с марта по октябрь, а с ноября по февраль радиационный баланс отрицательный.

Континентальность – климатическая особенность, связанная с удаленностью бассейна Дона от Атлантического океана, положения его в глубине материка Евразии, сильно прогревающегося летом и переохлажденного зимой. Центральная лесостепь находится под воздействием холодных воздушных масс Арктики, морских – с Атлантики, сухих – из Казахстана, тропических – со Средиземноморского бассейна. Практически ни один год в Центральной лесостепи не обходится без засуховеев. Примерно один год из трех – засушливый.

Температурный режим по сезонам года специфичен. Зимой температура воздуха повсеместно отрицательная. Январские температуры понижаются с юго-запада ($-8,5^{\circ}\text{C}$) на северо-восток ($-11,5^{\circ}\text{C}$). Средняя температура января - $9,5^{\circ}\text{C}$. В отдельные зимние месяцы температура воздуха может понижаться до -

38⁰С и даже до -41⁰С. В летний период температуры воздуха увеличиваются с северо-запада на юго-восток.

Относительная влажность воздуха в среднем составляет 70-76 %. Максимум приходится на декабрь-январь (85-88 %), минимум – на май-июль (50-62 %).

Скорость ветра в Центральной лесостепи увеличивается с востока на запад от 3,5 до 5,5 м/с соответственно. Наибольшая скорость ветра наблюдается в феврале (3,8-6,8 м/с) с преобладанием юго-восточных ветров. Летом скорость ветра меньше, чем зимой.

Атмосферные осадки очень не стабильны и по времени, и по площади региона. Их количество в среднем за год увеличивается с юга-востока на северо-запад от 450 до 500 мм. На холодный период приходится всего 100-150 мм осадков; на тёплый – в два раза больше (200-350 мм). Максимум по осадкам наблюдается в летние месяцы (июнь - июль) – 55-70 мм, минимальное их количество приходится на февраль-март (20-30 мм в месяц). Средняя суммарная продолжительность осадков за год на территории региона составляет 700-1400 часов; самыми продолжительными осадки бывают в холодный период.

Среднее количество осадков (в мм) показано в табл. 1.

Таблица 1. Среднее количество осадков в Центральной лесостепи по месяцам года

| I | II | III | IV | V | VI | VII | VIII | IX | X | XI | XII | Всего за год |
|----|----|-----|----|----|----|-----|------|----|----|----|-----|--------------|
| 59 | 51 | 50 | 47 | 59 | 63 | 79 | 65 | 48 | 53 | 55 | 67 | 696 |

Показатели количества осадков приведены с поправками на смачивание и ветровой недоучет. Как видно из таблицы, на холодный период приходится около 35% (282 мм), а на тёплый – более 60% (414 мм) от годового количества осадков. Периоды без осадков вызывают засухи.

Зимой здесь устанавливается устойчивый снеговой покров, который играет большую роль в тепловом балансе и режиме влаги почвы и воздуха. Сроки выпадения осадков в виде снега - 5-20 числа ноября. Устойчивый снежный покров появляется во второй половине декабря, а сходит в конце второй половине марта. Максимальная высота снежного покрова от 30 до 50 см, что является лимитирующим фактором для обитающих здесь видов млекопитающих и птиц. Глубина промерзания почвы от 41 до 97 см, средняя – 70 см.

Подземные воды в пределах Центральной лесостепи развиты во всех отложениях, но с различной водообильностью. Подземный сток в регионе подчиняется общим климатическим закономерностям, что находит отражение в уменьшении его с северо-запада на юго-восток. Средние годовые модули подземного стока изменяются от 2,5 л/сек с 1 км² на северо-западе до 0,3 л/сек с 1 км² на юго-востоке (Коробейникова, 1971). Мощность водоносного комплекса достигает 50-60 м; воды обычно напорные, дебиты скважин довольно изменчивы и, как правило, не превышают 10 л/сек (Смирнова, Викторова, 1971).

Поверхностные воды представлены реками, озерами, болотами, водохранилищами и прудами. Распределение сети водотоков и водоемов зависит от климата и рельефа, геологического строения, почвенного покрова и характера растительности. На территории региона водные ресурсы не велики и оцениваются в 21,0 км³/год (Мишон, 2000). Реки принадлежат к бассейнам Азовского, Черного и Каспийского морей. Густота речной сети составляет 0,23 км/км². Всего здесь насчитывается 6987 водотоков суммарной длиной 44 153 км, в т.ч. рек длиной более 10 км – 941, а их общая протяженность 27 497 км. Это типично равнинные реки с небольшим уклоном русла и медленным течением (0,5 м/с). Русла рек характеризуются извилистостью, наличием отмелей и затонов. Питание рек определяется величиной поверхностного и

подземного стоков, которые, в свою очередь, зависят от климатических условий и лесопокрытости водосборов. Поверхностный сток поэтому заметно уменьшается в направлении с северо-запада на юго-восток. Средний многолетний модуль стока соответственно изменяется от 5,5 до 2,5 л/сек с 1 км². Средний годовой сток уменьшается с северо-запада на юго-восток от 170 до 40 мм. Главными водными артериями региона являются: Дон, Воронеж, Битюг, Хопер, Уна, Ока, Пселл, Ворскла, Северский Донец, Тихая Сосна, Цна. Это реки преимущественно снегового питания с весенним половодьем; весенний сток составляет по объему более половины годового (Мишон, 2000).

Современный растительный покров Центрального Черноземья лишь в самых общих чертах имеет сходство с девственной растительностью доисторического этапа ее развития. Главную роль в его трансформации сыграл человек. Использование в верхнем палеолите (35-40 тыс. лет назад) огня при охоте на крупного зверя привело в ряде мест к заметным изменениям растительного покрова. В эпоху бронзы (2 тыс. лет до н. э.) вследствие степных палов, применявшихся для земледелия лесостепь региона уже во многом потеряла естественный облик, а к моменту строительства Белгородской засечной черты в середине 17 в. география лесов была близка к современной (Мильков, 1950).

В последующее время под воздействием антропогенных факторов (преимущественно в процессе сельскохозяйственного освоения территории) лесистость Центральной лесостепи заметно сокращается, а степные залежи почти повсеместно распахиваются. Так, например, если в 18 веке леса покрывали примерно 25% территории Воронежской области, то современная лесистость ее составляет всего лишь 8,4 %, причем одна треть лесов – искусственные посадки. Распаханность во многих районах достигла 80%, что привело практически к полному уничтожению степей, фрагменты которых сохранились в основном по неудобьям (крутым склонам речных долин, балок и

оврагов), опушкам леса да заповедным территориям. Леса Центральной лесостепи состоят из неодинаковых по площади дубовых, сосновых, ольховых, березовых, осиновых, тополевых и ивовых массивов. Наибольшие площади занимают дубовые (49,7%) и сосновые (30,4%) леса, остальные 19,9% приходятся на другие лесообразующие виды. В составе лесов произрастает 330-350 травянистых растений и около 299 видов мохообразных и лишайников (Хмелев, 1995).

2.1.2 Характеристика Тамбовской области

Тамбовская область занимает центральную часть Окско-Донской низменности и входит в зону Центрально-Черноземного центра. Граница области придает ей компактную округлую форму с диаметром около 200 км. Область граничит: на северо-западе с Рязанской областью, на северо-востоке с Пензенской, на юго-востоке с Саратовской, на юге с Воронежской и на западе с Липецкой областью.

Область занимает площадь 33,2 тыс. км². Благодаря равнинному рельефу и богатым черноземным почвам здесь развито земледелие. Преобладающий ландшафт степной, расчлененный овражно-балочной сетью.

Водные ресурсы области бедны. Речная сеть представлена малыми реками, являющимися притоками Волги 3—5-го порядка и притоками Дона 2—4-го порядка.

Грунтовые воды залегают на больших глубинах.

Леса занимают около 10% площади и размещены в основном в северной части области, в бассейне р. Цны, а также узкой полосой по р. Вороне. Небольшие лесные массивы имеются на западе области, на территории Мичуринского района.

В силу географического положения и небольшой территории в Тамбовской области нет резких контрастов природных условий. Климат в

направлении с севера и северо-запада на юг и юго-восток несколько изменяется в сторону более сухого и жаркого.

В северной части области преобладают выщелоченные черноземы и серые лесные почвы, в южной части — мощные черноземы.

Климат района объекта исследования умеренно континентальный, с довольно теплым летом и холодной, устойчиво морозной зимой. Среднегодовая температура воздуха составляет 4—5°, а по отдельным годам колеблется от 2,3 до 7,6°. Температура наиболее теплого месяца (июля) составляет 18,8- 20,7°, а наиболее холодными, с температурой — 10,3,-11,8°, являются январь и февраль.

Абсолютный многолетний минимум температуры воздуха составляет по области -37 -43°, а абсолютный многолетний максимум температуры воздуха – 37- 40°.

Теплый период в среднем начинается 1-5 апреля и заканчивается 2-8 ноября. Общая продолжительность периода с положительной среднесуточной температурой воздуха составляет в году 210-220 дней (около 60%), а морозный период с отрицательными среднесуточными температурами воздуха составляет 145-155 дней в году.

Период со средними суточными температурами воздуха выше 5° начинается в середине апреля и заканчивается в середине октября, а продолжительность его в году составляет 175-185 дней. Период с более высокими средними суточными температурами воздуха (10° и выше) начинается в конце апреля - начале мая и заканчивается 21-25 сентября, а продолжительность его составляет 140—150 дней. Период с температурой выше 15° устанавливается в третьей декаде мая и заканчивается в конце августа, а продолжительность его составляет от 90 дней на северо-западе до 110 дней на юго-востоке области.

Прекращение заморозков, по средним многолетним данным, приходится по области на вторую пятидневку мая. Самое раннее

прекращение заморозков наблюдается во второй пятидневке апреля, а самое позднее - в первой пятидневке июня. Были случаи, когда последний заморозок на почве отмечался 10 июня.

Средние даты первого осеннего заморозка приходятся на последнюю пятидневку (местами на пятую пятидневку) сентября. Самое раннее начало заморозков отмечалось по области 4 сентября, а самое позднее - 28 октября - 2 ноября.

Средняя продолжительность безморозного периода составляет по области 130-150 дней.

Среднее многолетнее количество осадков, выпадающих на территории области, составляет преимущественно 440-510 мм. Соотношение количества осадков и тепла обуславливает благоприятные климатические условия для ведения сельского хозяйства. Однако неравномерное распределение осадков в разные годы и отдельные периоды создает нередко засушливые условия.

По многолетним данным, распределение осадков по месяцам таково: наименьшее количество осадков, составляющее 20-25 мм, выпадает в феврале и марте. В апреле сумма осадков увеличивается до 30- 35 мм, в мае - до 40-50 мм, в июне - до 50-60 мм. В июле выпадает наибольшее количество осадков, которое составляет 60-70 мм. С августа количество осадков уменьшается. Сумма их в августе составляет 50-60 мм, в сентябре и октябре 35- 45 мм, в ноябре и декабре 30- 40 мм и в январе 25-30 мм.

В таблице 2 приведены основные данные по температуре воздуха, относительной влажности и осадкам по месяцам.

Таблица 2. Многолетние данные метеорологической станции города Тамбова

| Климатические показатели | Месяцы | | | | | | | | | | | | Годовые |
|------------------------------------|--------|-------|------|-----|------|------|------|------|------|-----|------|------|---------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | |
| Температура, С | -10,7 | -10,5 | -5,4 | 5,2 | 14,2 | 17,9 | 20,3 | 18,4 | 12,1 | 5,3 | -1,9 | -8,1 | 4,7 |
| Относительная влажность воздуха, % | 82 | 78 | 74 | 60 | 48 | 50 | 50 | 50 | 60 | 69 | 80 | 84 | 65 |
| Осадки, мм | 32 | 26 | 24 | 34 | 47 | 62 | 66 | 66 | 37 | 45 | 39 | 36 | 490 |

Среднегодовая температура воздуха составляет 4,7 градусов по шкале Цельсия. В районе проведения исследований зафиксированы абсолютно максимальная и абсолютно минимальная температуры: +39 °С, -44 °С. Относительная влажность воздуха 65%. Максимум осадков выпадает с апреля по сентябрь. Вегетационный период составляет 180 дней. Мощность снежного покрова в среднем 22 сантиметра (рис.3).

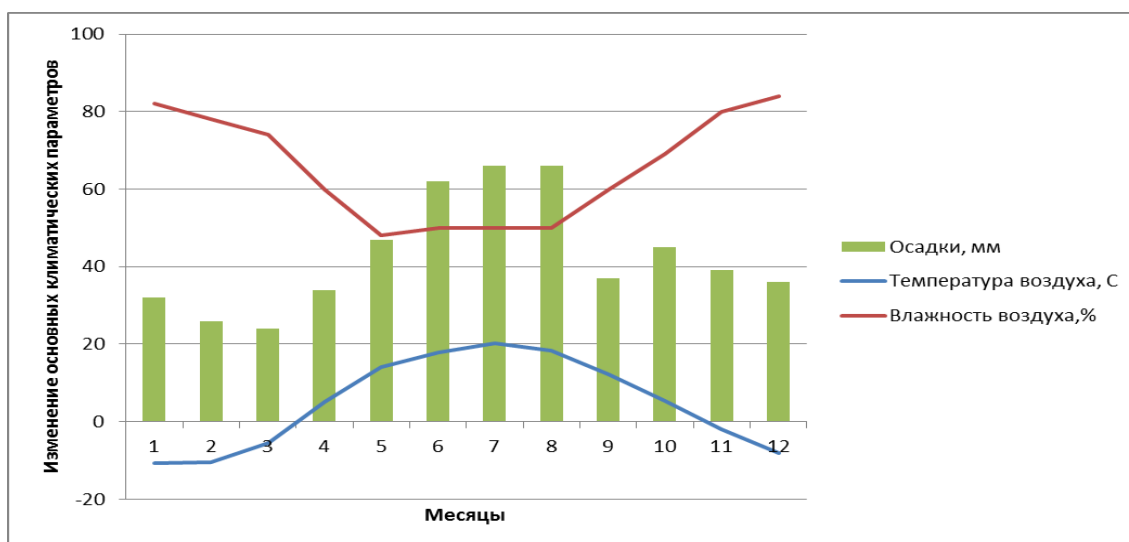


Рис. 3. Климатограмма по данным метеостанции города Тамбова

В таблице 3 представлено направление преобладающих ветров по временам года.

Таблица 3. Направление преобладающих ветров по временам года

| | |
|------------|------|
| Время года | Румб |
| зима | СЗ |
| весна | ЮВ |
| лето | З, Ю |
| осень | СЗ |

Территория лесорастительного района располагается на равнине, волнистой, с невысокими всхолмлениями, изрезанной речными долинами, в бассейне реки Цны и её притоков Кёрша и Кашма.

Леса отнесены к равнинным лесам Европейской части РФ.

Поверхность территории района исследования представляет собой плоскую равнину с преобладающей высотой около 150 м над уровнем моря. Центральные и северо-восточные районы области имеют уклон на север, а остальные районы — на юг и юго-запад.

Тамбовская равнина расположена в пределах Окско-Донской низменности между двумя возвышенностями: Средне-Русской на западе и Приволжской на востоке. Приволжская возвышенность своими западными отрогами заходит на северо-востоке в пределы области. Здесь находятся наиболее высокие точки поверхности области, достигающие 210 м над уровнем моря. Наиболее низкие участки, около 83 м над уровнем моря, лежат в долине р. Цны у северной границы области. Разница высот поверхности области достигает 127 м.

Горизонтальная и вертикальная расчлененность поверхности области увеличивается с запада на восток. В бассейне р. Воронежа, располагающемся на западе области, глубина речных долин не превышает 20-40 м, балок 4-10 м, а площадь овражно-балочной сети составляет 2,8% общей площади бассейна. На востоке области, в бассейне р. Вороны, речные долины имеют глубину 60-70 м, а крутые балки – 15-20 м. Овражно-балочная сеть достигает 4,34% площади бассейна.

Речные долины, их водоразделы, а также балки и овраги являются основными формами рельефа, определяющими характер поверхности области.

Густота овражно-балочной сети достигает на территории области 0,35 километров на 1 километр квадратный.

Речные долины наиболее крупных рек области расположены почти

в меридиональном направлении. Долина р. Цны у истоков имеет вид балки шириной до 500 м (без поймы). У северной границы области пойма р. Цны достигает ширины 10 км. Склоны долины р. Цны асимметричны, имеют различную крутизну. Более крутым является левый склон.

Ширина речной долины р. Вороны в пределах области достигает 3 км на севере и 6,5 км на юге. Более высоким и крутым является правый склон долины, который поднимается местами до 40—50 м над ее дном.

Все речные долины области имеют хорошо развитые поймы, которые большей частью значительно заболочены.

Балки в Тамбовской области занимают 4,1% ее территории, или 130,1 тыс. гектар. Самые глубокие балки находятся на правом берегу р. Вороны.

Овраги области представляют собой современную форму линейной эрозии. Они обычно отличаются большой крутизной склона. Длина оврагов не превышает 3 км. Значительная часть оврагов имеет растущую вершину. Овраги распространены на склонах речных долин и балок, а также на дне балок.

Основной лесообразующей породой на территории Цнинского лесничества является сосна, также из числа главных пород здесь произрастают из главных пород дуб, осина, береза. В подлеске произрастают такие породы как лещина, клен остролистный, рябина, акация желтая, бересклет бородавчатый, липа. В напочвенном покрове преобладающими растениями являются: осока волосистая, копытень европейский, земляника, сныть обыкновенная, орляк обыкновенный, звездчатка ланцетовидная.

Обилие и разнообразие растительного мира во многом обуславливает и животный мир. Основными видами фауны являются: лось, кабан, косуля, лисица, заяц-русак, барсук, белка, ондатра, куница лесная.

Из птиц здесь преобладают: кряква, чирок-трескунок, красноголовый нырок, дятел, сойка. Также встречаются: большая синица, серая ворона, вяхирь, глухарь, полевой воробей и другие.

Энтомофауна представлена: пчёлами, осами, различными видами мух, кузнечиками, стрекозами, различными видами паукообразных и др. В рамках данного исследования важное значение имеют следующие насекомые-фитофаги: подкорный сосновый клоп, рыжий сосновый пилильщик, побеговьюн летний, зелёная дубовая листовёртка, сосновый бражник, сосновая совка и другие.

2.1.2.1 Характеристика лесов

Цнинское лесничество расположено в центральной части Тамбовской области на территории Сосновского административного района.

Общая площадь лесничества 26572 га.

В соответствии с лесорастительным районированием, утвержденным приказом МПР России от 28.03.2007 г. № 68, все леса Цнинского лесничества отнесены к лесостепной зоне лесов, лесостепному району Европейской части Российской Федерации.

Характеристика лесных и нелесных земель лесного фонда Цнинского лесничества приведена в таблице 4 .

Таблица 4. Характеристика лесных и нелесных земель лесного фонда на территории лесничества

| Категории земель | Всего по лесничеству | |
|---|----------------------|----------|
| | Площадь, га | % |
| 1 | 2 | 3 |
| 1 Общая площадь земель | 26572 | 100 |
| 2 Лесные земли – всего | 25330 | 95,3 |
| 2.1 Покрытые лесной растительностью земли – всего | 24926 | 93,8 |
| В том числе лесные культуры | 13468 | 50,7 |

Окончание таблицы 4

| 1 | 2 | 3 |
|--|------|-----|
| 2.2 Не покрытые лесной растительностью земли – всего | 404 | 1,5 |
| В том числе: | | |
| 2.2.1 несомкнутые культуры | 245 | 0,9 |
| 2.2.2 лесные питомники, плантации | 23 | 0,1 |
| 2.2.3 фонд лесовосстановления -всего | 136 | 0,5 |
| В том числе: | | |
| вырубки | 124 | 0,5 |
| прогалины и пустыри | 12 | |
| 3. Нелесные земли- всего | 1242 | 4,7 |
| В том числе: | | |
| пашни | 4 | - |
| сенокосы | 93 | 0,3 |
| пастбища | 2 | - |
| воды | 44 | 0,2 |
| дороги, просеки | 420 | 1,6 |
| усадьбы и прочее | 26 | 0,1 |
| болота | 564 | 2,1 |
| прочие земли | 89 | 0,3 |

На лесные земли лесничества приходится более 95% от общей площади, доля нелесных земель составляет менее 5%. Особое значение при осуществлении хозяйственной деятельности имеют земли, покрытые лесной растительностью (около 93 % от общей площади). Велика роль земель, отнесённых к фонду лесовосстановления (вырубки, прогалины пустыри). Однако доля этих земель составляет менее 1 % от общей площади лесничества.

Распределение лесов по категориям целевого назначения и категориям защитных лесов приведено в таблице 5.

Таблица 5. Распределение лесов по целевому назначению и категории защитных лесов

| Целевое назначение. Категория защитных лесов | Участковое лесничество | Номера кварталов или их частей | Площадь, га |
|--|------------------------|---|--------------|
| 1 | 2 | 3 | 4 |
| Всего лесов: | | | 26577 |
| Защитные леса, всего: | Отъяское | 1-78, 223-228 | 9722 |
| | Семикинское | 79-144,230 | 7840 |
| | Перкинское | 145-221,229,231-232 | 9010 |
| | ИТОГО | | 26572 |
| В том числе: | | | |
| 1. Леса, расположенные в водоохраных зонах | Отъяское | части: 1,2,9,16-17,26,34-35,43-46,53-54,56-58, 64-65,68,74-75,225-228 | 494 |
| | Семикинское | части: 84,95,107,124,230 | 81 |
| | Перкинское | части: 229 | 7 |
| | ИТОГО | | 582 |
| 2. Леса, выполняющие функции защиты природных и иных объектов, всего | Отъяское | - | 17 |
| | ПЕРКИНСКОЕ | - | 21 |
| | ИТОГО | | 38 |
| 2.1 Защитные полосы лесов, расположенные вдоль ж/д путей общего пользования, федеральных автомобильных дорог общего пользования, автомобильных дорог общего пользования субъектов РФ | Отъяское | Части: 226-227 | 17 |
| | Перкинское | Части: 229 | 21 |
| | ИТОГО | | 38 |
| 3. Ценные леса, всего | Отъяское | - | 9211 |
| | Семикинское | - | 7759 |
| | Перкинское | - | 8982 |
| | ИТОГО | | 25952 |

2.2 Методика работ и характеристика собранного материала

2.2.1 Программа и методика исследований

Программа исследований включала изучение таких вопросов как:

1. Изучение основных биометрических параметров деревьев биогрупп и их статистическая обработка;
2. Изучение структуры биогрупп и конкурентных механизмов как основ формирования экосистемного биоразнообразия;
3. Оценка жизнеспособности деревьев биогрупп по методике Демакова Ю.П., сравнение данных с Контролем;
4. Исследование влияния фитофагов лесные культуры при способах лесовосстановления биогруппами и посадками по рядам;
5. Изучение фоновых пород при лесовосстановлении биогруппами и оценка уровня точечного α -разнообразия;
6. Изучение напочвенного покрова на фоне и в биогруппах, оценка уровня точечного α -разнообразия;
7. Построение моделей хода роста деревьев сосны обыкновенной при лесовосстановлении биогруппами и рядами, сравнительный анализ биометрических параметров;
8. Разработка методических рекомендаций при лесовосстановлении биогруппами с максимальным сохранением лесной среды.

Данные вопросы исследовались путем закладки пробных площадей (ПП) в сосновых древостоях искусственного происхождения на территории Цнинского лесничества Тамбовской области. Все пробные площади заложены в преобладающем типе лесорастительных условий С₃, типе леса сосняк дубово-разнотравный.

Полевые исследования на пробных площадях производились общепринятыми методами изучения состояния и продуктивности

биогеоценозов (Тюрин, 1945; Сукачев, 1964; Программа и методика биогеоценологических исследований, 1966; Семечкин, 1970; Лесотаксационный справочник, 1980; Тарасов, 1981; Селочник, 1987; Алексеев, 1989; Общесоюзные нормы для таксации лесов, 1992; Наставление по защите лесных культур и молодняков от вредных насекомых и болезней, 1997; Методика учета ущерба, нанесенного копытными-дендрофагами лесному хозяйству, 1997 и др.).

Каждая пробная площадь закладывалась на расстоянии не менее 15 – 20 м от квартальной просеки, дороги, стены леса. В пределах пробной площади изучались биогруппы сосны обыкновенной, охватывающие всю пробу. Отбивка пробной площади и ее привязка к квартальной сети производились с использованием буссоли и мерной ленты. Описание пробных площадей осуществляли в следующей последовательности:

1. Положение на элементе рельефа.
2. Номер квартала, выдела. Размер пробной площади.
3. Древостой.
4. Подлесок.
5. Подрост.
6. Живой напочвенный покров.
7. Почва, лесная подстилка.
8. Тип лесорастительных условий, тип леса
9. Год закладки
10. Количество биогрупп (куртин на участке)

В пределах биогруппы каждому дереву присваивали порядковый номер, и фиксировали местоположение на схеме.

Замеры диаметров всех деревьев биогрупп производили на высоте 1,3 м от шейки корня, мерной вилкой, с точностью до 0,5 см; замеры высот - высотомером, с точностью до 0,5 м. При этом отмечали строение кроны, в молодняках фиксировали повреждения копытными животными.

Для описания подлеска пробной площади на фоне закладывалось пять учетных площадок размером 5 x 5 м, располагая их способом конверта. На каждой такой площадке, ограниченной кольшками, подсчитывалось количество кустов и общее количество стволиков подлесочных пород. Сомкнутость полога подлесочных пород определялась глазомерно, в десятых долях. Отмечался характер распределения подлеска на площади таксационного выдела (групповое, равномерное и т.п.) и его плотность (густой, средней густоты, редкий).

Более полная характеристика объекта исследования приведена в приложении А.

При описании живого напочвенного покрова отмечался его видовой состав, характер распространения растений по площади, проективное покрытие каждого вида растений (Корчагин, 1976).

Устойчивость биогрупп определялась на основании сравнения таксационных параметров исследуемого древостоя с нормальными насаждениями (Лесная вспомогательная книжка, 2004).

Жизнеспособность отдельных деревьев биогрупп определялась по методике Демакова Ю.П. (2000): которая основана на расчете отношения высоты отдельного дерева к площади его сечения на высоте груди. Шкала оценки жизнеспособности древостоев приведена в таблице 6.

Таблица 6. Шкала оценки жизнеспособности отдельного дерева

| № п/п | Жизнеспособность дерева | Значение нормированной величины пропорции H/G,% |
|-------|-------------------------|---|
| 1 | Очень высокая | Менее 125 |
| 2 | Высокая | 125-175 |
| 3 | Средняя | 176-215 |
| 4 | Низкая | 216-255 |
| 5 | Очень низкая | Более 255 |

Для изучения биологического разнообразия в пределах каждого из 9 участков производилась закладка пяти пробных площадок, размерами 50*50 м методом конверта. В пределах площадок производился пересчёт деревьев, произрастающих на фоне и в биогруппах. Производился их подсчёт по породам и определялось процентное соотношение на каждую ПП (с учётом деревьев сосны обыкновенной).

Расчёт индекса точечного α -разнообразия производилось для древесной составляющей и напочвенного покрова по формуле Шеннона (Андреев, 2002, Протасов, 2002):

$$H' = -\sum p_i * \log p_i , \quad (1)$$

Где p_i – доля i -го вида в выборке.

Для напочвенного покрова p_i определялось на основании данных по степени проективного покрытия каждым из видов растений.

Индексы выравненности также определялись для древесной составляющей фитоценоза и напочвенного покрова:

$$E = \frac{H'}{\ln S} , \quad (2)$$

Где H' -индекс биологического разнообразия Шеннона (Андреев, 2002, Протасов, 2002):;

S – число видов.

Для древесных пород просчитывался также индекс видового богатства Менхиника (Андреев, 2002, Протасов 2002)::

$$D_{Mn} = \frac{S}{\sqrt{N}} , \quad (3)$$

Где N - число особей в образце (суммарное количество деревьев S – числа видов).

Глава 3. Особенности лесных фитоценозов, созданных методом биогрупп

3.1 Основные параметры насаждения и их статистический анализ

В полевой период 2011/2012 нами были заложены пробные площади (ПП) в Цнинском лесном массиве Тамбовской области. Представленный на пробных площадях фитоценоз мы рассматривали по следующим составляющим: деревья центральных рядов, деревья крайних рядов и фон, напочвенный покров.

В общей сложности заложено 9 пробных площадей. Минимальный возраст 6 лет, максимальный 46. Для 6 и 21-летних биогрупп заложено по 2 пробных площади, поскольку эти возраста являются определяющими в дальнейшем развитии фитоценоза.

Как известно, важнейшими свойствами лесных культур являются исходная густота и размещение. До сих пор вопрос о густоте лесных культур один из центральных, и нет единого мнения в этой области, что связано с переплетением биологической основы и целевой значимости лесокультурного производства (Мерзленко, 1992).

Максимальное количество биогрупп (куртин) на 1 гектар 250. Отсюда определяется и первоначальная густота лесных культур. Максимальная густота на 1 гектар 7200 штук сеянцев, при количестве биогрупп в 230 шт/га.

Общая характеристика пробных площадей представлена в таблице 7. По общей площади, количеству биогрупп, густоте, классу бонитета они сопоставимы и позволяют установить характер возрастных изменений (6-46 лет) в формировании и развитии биогруппы.

Таблица 7. Характеристика пробных площадей

| № ПП | № квартала | № выдела | Площадь, га | Кол-во биогрупп на 1 га, шт. | Первоначальная густота на 1 га шт. | Класс бонитета | Возраст, лет |
|------|------------|----------|-------------|---------------------------------|--|-------------------|--------------|
| 1 | 17 | 36 | 1,1 | 250 | 6000 | I | 6 |
| 2 | 2 | 54 | 0,9 | 250 | 6000 | I | 6 |
| 3 | 2 | 44 | 0,6 | 230 | 7200 | I | 15 |
| 4 | 10 | 3 | 10 | 250 | 4500 | I | 21 |
| 5 | 18 | 22 | 7,2 | 230 | 4600 | I | 21 |
| 6 | 10 | 20 | 8,6 | 230 | 4600 | I | 24 |
| 7 | 27 | 22 | 3,6 | 230 | 4600 | I | 39 |
| 8 | 27 | 1 | 2,5 | 230 | 4600 | I | 41 |
| 9 | 31 | 20 | 6,5 | 250 | 6000 | I | 46 |

Количество биогрупп колеблется от 230 до 250 штук на 1 гектар. Максимальная густота отмечена в возрасте 15 лет и составляет 7200 (на 1 гектар). Максимальный размер пробной площади составляет 8,6 га и отмечен в возрасте 24 лет, минимальный 1,6 га (возраст 6 лет).

В таблице 8 представлены средние биометрические параметры деревьев центральных рядов биогрупп (диаметр на высоте груди, высота), которые измерялись у жизнеспособных деревьев сосны обыкновенной.

Таблица 8. Основные параметры деревьев центрального ряда биогрупп

| № ПП | D_{cp} , см | H_{cp} , м | Количество деревьев, шт. | ТУМ | Возраст, лет |
|------|---------------|--------------|--------------------------|-------|--------------|
| 1 | 2,5 | 1,6 | 42 | C_3 | 6 |
| 2 | 2,3 | 1,6 | 31 | C_3 | 6 |
| 3 | 7,6 | 8,2 | 30 | C_3 | 15 |
| 4 | 9,6 | 9,5 | 32 | C_3 | 21 |
| 5 | 12,3 | 10,9 | 30 | C_3 | 21 |
| 6 | 13,8 | 12,3 | 30 | C_3 | 24 |
| 7 | 20 | 20 | 32 | C_3 | 39 |
| 8 | 21,5 | 21,1 | 32 | C_3 | 41 |
| 9 | 24,7 | 23 | 32 | C_3 | 46 |

За 46 лет деревья центрального ряда биогрупп достигают значений среднего диаметра 24,7 см и высоты 23 м. Отпад деревьев завершается в первом десятилетии их роста, а далее они сохраняются примерно на одном уровне.

В таблице 9 представлены средние статистические параметры деревьев центральных рядов.

Таблица 9. Средние статистические параметры древостоя центральных рядов биогрупп

| № ПП | $D_{cp} \pm m$ | δ | $H_{cp} \pm m$ | δ |
|----------|----------------|----------|----------------|----------|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 1 | 2,5±0,17 | 1,15 | 1,6±0,1 | 0,58 |
| 2 | 2,3±0,2 | 0,9 | 1,6±0,1 | 0,6 |
| 3 | 7,6±0,62 | 3,6 | 8,2±0,45 | 2,6 |

Окончание таблицы 9

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|---|-----------|-----|-----------|-----|
| 4 | 9,6±0,42 | 2,4 | 9,5±0,37 | 2,1 |
| 5 | 12,3±0,7 | 4 | 10,9±0,53 | 2,9 |
| 6 | 13,8±0,89 | 4,9 | 12,3±0,57 | 3,1 |
| 7 | 20±0,6 | 3,4 | 20±0,28 | 1,6 |
| 8 | 21,5±0,58 | 3,3 | 21,1±0,28 | 1,6 |
| 9 | 24,7±1,1 | 6,0 | 23±0,65 | 3,7 |

Максимальное значение стандартного отклонения от средней величины отмечено для диаметра в возрасте 46 лет. Следовательно 70% учтенных деревьев характеризуются средним диаметром с размахом от 18,7 до 30,7 см. Минимальным отклонением от средней величины диаметра характеризуется ПП2 с био группами в возрасте 6 лет. Средняя высота максимально варьирует также в возрасте 46 лет, минимальное отклонение отмечено для 6-летних культур.

На основании начальных статистических данных нами были рассчитаны коэффициент вариации, который даёт представление о конкурентных механизмах в био группе и точность измерений. Расчётные данные приведены в таблице 10.

Таблица 10. Коэффициент варьирования (вариации) средних биометрических параметров деревьев центральных рядов.

| № ПП | Статистика D _{ср} | | Статистика H _{ср} | |
|------|----------------------------|---|----------------------------|-----|
| | CV | P | CV | P |
| 1 | 46 | 7 | 36 | 6 |
| 2 | 39 | 9 | 38 | 6 |
| 3 | 47 | 3 | 32 | 7,5 |
| 4 | 25 | 4 | 22 | 6,5 |
| 5 | 32 | 6 | 27 | 5 |
| 6 | 35 | 6 | 25 | 6 |
| 7 | 17 | 3 | 8 | 5 |
| 8 | 15 | 3 | 7,5 | 1,8 |
| 9 | 24 | 4 | 16 | 4,9 |

Коэффициент вариации изменяется по пробным площадям (табл.10). Максимальное значение коэффициента вариации по диаметрам имеют

пятнадцатилетние культуры сосны обыкновенной в биогруппах, минимальное отмечено в 41 год. Для высот деревьев центральных рядов имеется следующее распределение: минимальное и максимальное значение коэффициента CV отмечено соответственно для возрастов в 41 год и 6 лет. Значение коэффициентов вариации для пробных площадей ниже по высотам, чем по диаметрам. Следовательно – деревья центральных рядов наиболее стабильны по высоте, чем по диаметру.

Коэффициенты точности опыта не превышают здесь 10 %.

Средние статистические параметры деревьев крайних рядов приведены в таблице 11.

Таблица 11. Основные параметры деревьев крайних рядов биогрупп

| № ПП | D _{ср} , см | H _{ср} , м | Количество деревьев, шт. | ТУМ | Возраст, лет |
|------|----------------------|---------------------|--------------------------|----------------|--------------|
| 1 | 1,9 | 1,4 | 68 | C ₃ | 6 |
| 2 | 2,2 | 2,3 | 53 | C ₃ | 6 |
| 3 | 8,8 | 8,3 | 35 | C ₃ | 15 |
| 4 | 11,1 | 10,6 | 32 | C ₃ | 21 |
| 5 | 10,7 | 10,1 | 41 | C ₃ | 21 |
| 6 | 11,3 | 12,1 | 35 | C ₃ | 24 |
| 7 | 18,3 | 19,0 | 38 | C ₃ | 39 |
| 8 | 20,6 | 22,8 | 32 | C ₃ | 41 |
| 9 | 26,7 | 24,5 | 38 | C ₃ | 46 |

Деревья, произрастающие в крайних рядах биогрупп, достигают к 46-летнему возрасту среднего диаметра в 26,7 см и высоты в 24,5 метра (табл.11). Количество учтённых деревьев наибольшее в шестилетнем возрасте. В дальнейшем этот показатель выравнивается

В таблице 12 приведены статистические параметры деревьев крайних рядов.

Таблица 12. Средние статистические параметры древостоя крайних рядов биогрупп

| №ПП | $D_{cp} \pm m$ | δ | $H_{cp} \pm m$ | δ |
|-----|----------------|----------|----------------|----------|
| 1 | 1,9±0,07 | 0,8 | 1,4±0,06 | 0,5 |
| 2 | 2,2±0,1 | 0,9 | 2,3±0,1 | 0,8 |
| 3 | 8,8±0,7 | 4,1 | 8,3±0,52 | 3,1 |
| 4 | 11,1±0,7 | 4 | 10,6±0,6 | 3,4 |
| 5 | 10,7±0,65 | 4,2 | 10,1±0,51 | 3,3 |
| 6 | 11,3±0,47 | 2,8 | 11,1±0,32 | 1,9 |
| 7 | 18,3±0,75 | 4,6 | 19,0±0,76 | 4,7 |
| 8 | 20,6±0,62 | 3,5 | 22,8±0,35 | 2,0 |
| 9 | 26,7±0,98 | 6,1 | 24,5±0,64 | 4,0 |

Для деревьев крайних рядов биогрупп характерно: диаметр максимально варьирует в возрасте 46 лет; максимальное отклонение высоты отмечено в 39 лет (δ принимает значение равное 4,7 на ПП7). Минимальные значения для диаметров и высот стандартное отклонение принимает в шестилетних молодняках.

В таблице 13 приведены такие статистические параметры как коэффициент вариации и точность опытов.

Таблица 13. Коэффициент варьирования средних биометрических параметров деревьев крайних рядов

| № ПП | Статистика D_{cp} | | Статистика H_{cp} | |
|------|---------------------|-----|---------------------|-----|
| | CV | P | CV | P |
| 1 | 42 | 3,6 | 36 | 4 |
| 2 | 41 | 4,5 | 35 | 4,3 |
| 3 | 47 | 8 | 37 | 6 |
| 4 | 36 | 6 | 32 | 5,6 |
| 5 | 39 | 6,1 | 33 | 5 |
| 6 | 25 | 4 | 17 | 3 |
| 7 | 25 | 4,1 | 25 | 4 |
| 8 | 17 | 3 | 9 | 2 |
| 9 | 22 | 3,6 | 16 | 3 |

В отличие от центральных рядов коэффициент вариации здесь по высотам и диаметрам различается не так сильно. Минимальное значение CV для диаметров и высот отмечено в возрасте 41 года, максимальное - в 15 лет.

Коэффициенты точности опыта для лесного хозяйства не превышают 10 %.

На основании данных таблиц 10 и 13 построены графики изменения коэффициента вариации для диаметров и высот по пробным площадям (рисунки 4,5).

Колебание коэффициентов вариации для диаметров и высот находится примерно в одинаковых пределах. Для некоторых возрастов (6,24,46 лет) коэффициент вариации по диаметру выше для деревьев центрального ряда. Для 15-ти летних культур, коэффициент CV по диаметрам совпадает для центральных и крайних рядов (рис.4). Коэффициент вариации для высот деревьев центрального ряда выше на пробных площадях 2 и 6 (6 лет и 24 года соответственно). Совпадение CV высот для деревьев биогрупп крайних и центральных рядов отмечено также в шестилетних молодняках (рис.5).

Таким образом, центральные и крайние ряды биогрупп имеют в своём составе деревья, отличающиеся от средних значений. Наиболее стабильны по пробным площадям коэффициенты вариации для центральных рядов.

Для культур сосны обыкновенной по рядам в возрасте до 60 лет характерно изменение коэффициента вариации в пределах от 30 до 35 (Рубцов, 1976).

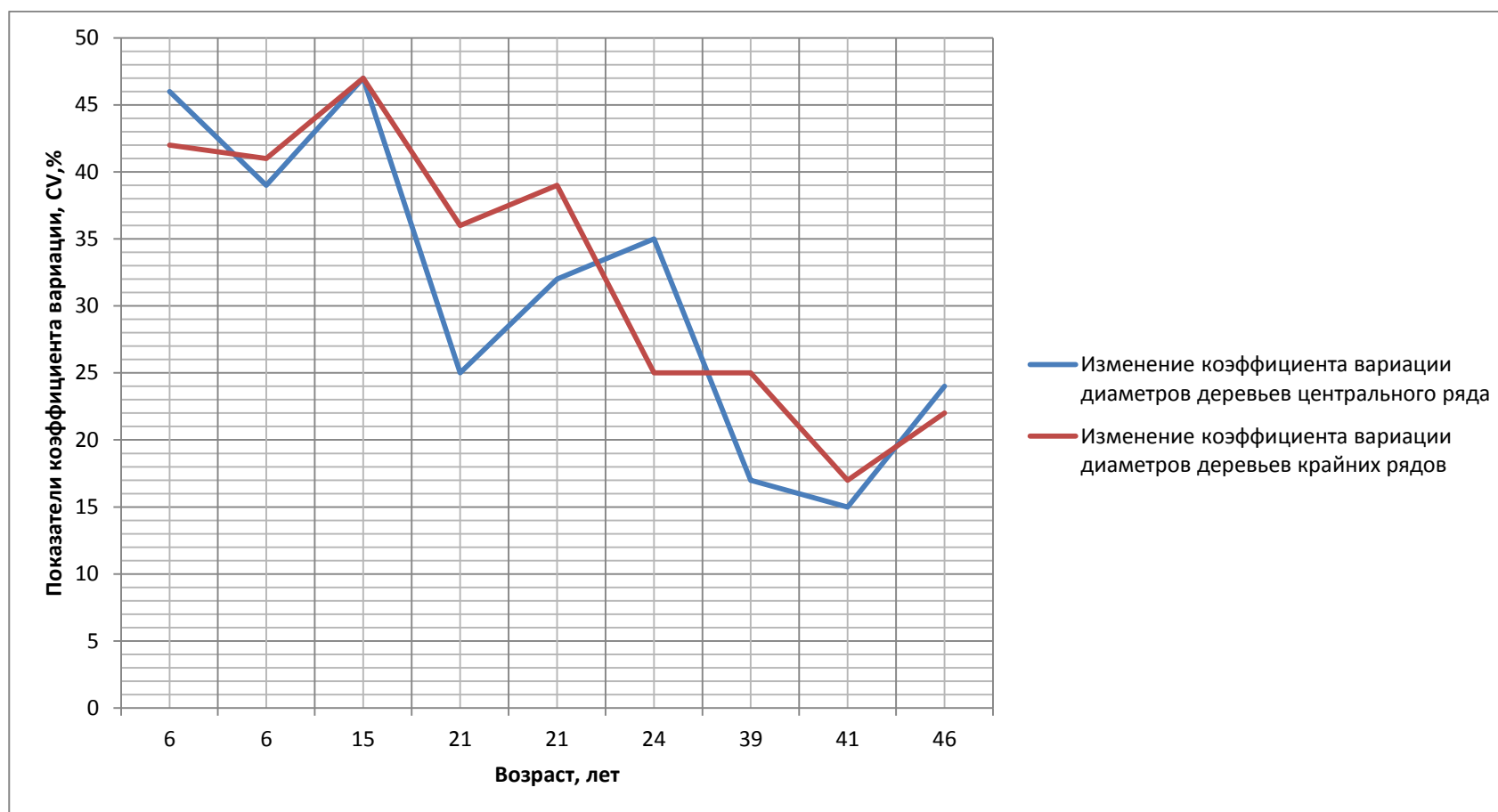


Рис. 4 . Изменение коэффициентов вариации диаметров по пробным площадям для деревьев биорупп, произрастающих в центральных и крайних рядах

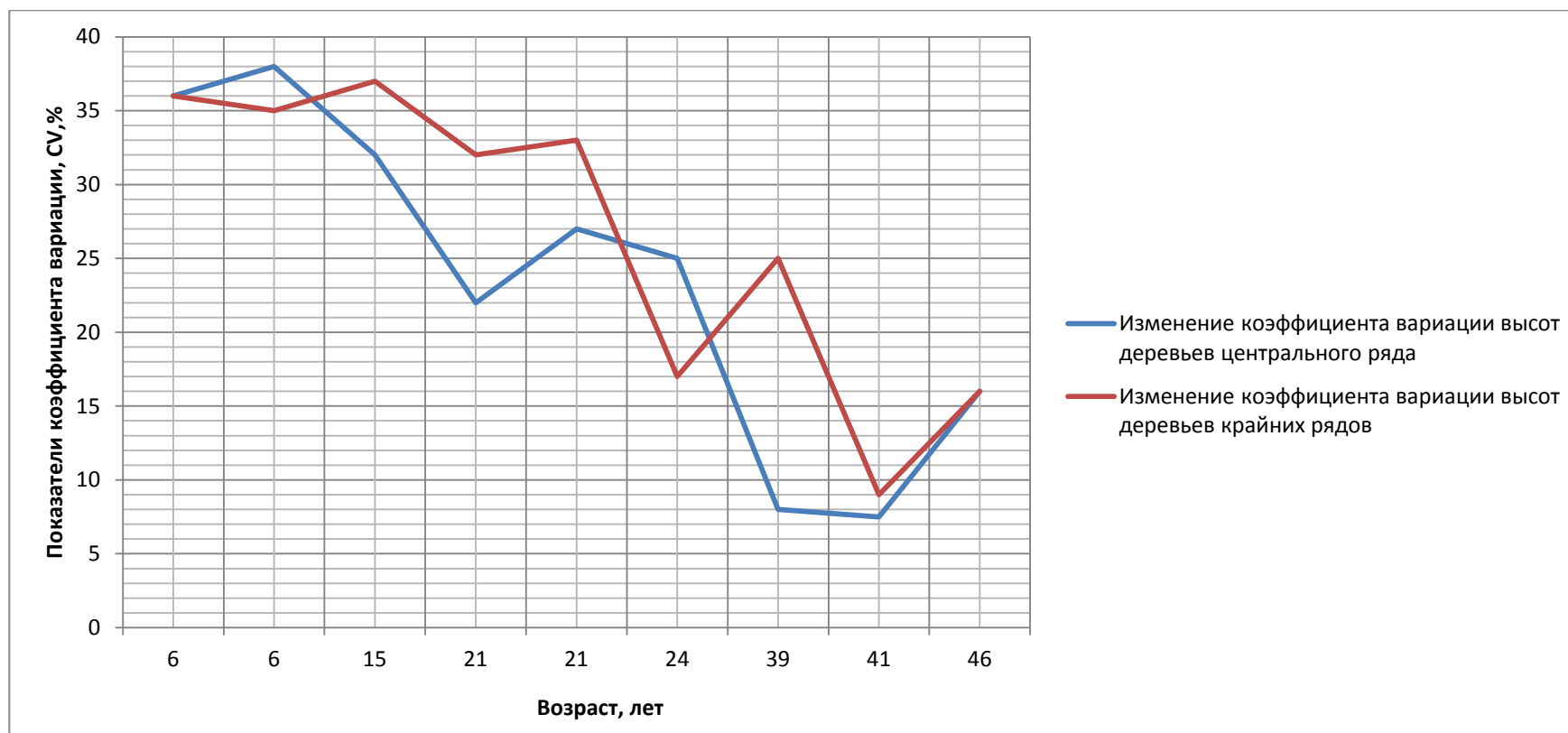


Рис. 5. Изменение коэффициентов вариации высот по пробным площадям для деревьев биогрупп, произрастающих в центральных и крайних рядах

В биогруппах в возрасте до 15 лет коэффициент вариации больше для значений диаметров, чем для высот. К 46 годам значения CV уменьшаются и не превышают стандартного значения данной величины. Следовательно, интенсивность внутривидовой конкуренции выше в более молодом возрасте (до 15 лет, ПП1-ПП3).

Таким образом, основой формирования рассматриваемого сообщества являются конкурентные механизмы, которые более подробно рассмотрены в главе 3.2.

3.2 Структура биогрупп и конкурентные механизмы

Максимальное количество деревьев, особенно в молодом возрасте, произрастают в крайних рядах (глава 3, раздел 3.1). После смыкания деревьев сначала в биогруппе в возрасте с 5 до 7 лет активируются естественные процессы: в нашем случае это конкуренция между деревьями сосны обыкновенной, чем и обуславливается структура рассматриваемого фитоценоза в более молодом возрасте. Ближе к среднему возрасту количество деревьев в биогруппе сокращается, то есть происходит естественный отпад деревьев (табл. 8, табл.11). Всё это объясняется механизмами, действующими в биогруппе, согласно которым, в более молодом возрасте деревья центрального ряда имеют наибольший прирост по высоте, наименьший – по диаметру. Деревья же крайних рядов растут по несколько другим закономерностям: преобладает прирост по диаметру. Несмотря на это в центральных и крайних рядах имеются отдельные деревья, превышающие по биометрическим показателям другие деревья биогрупп.

Ведущую роль в формировании любого древостоя играет комплекс биотических факторов, на первом месте среди которых стоят конкурентные механизмы (роль этих механизмов описана в теории экологических ниш и лицензий, которая подтверждена еще ранее учением В.Н. Сукачёва).

Таким образом, при создании лесных культур сосны обыкновенной био группами, и в течение некоторого времени до смыкания их крон, борьба за существование не будет столь выраженной. Следовательно, конкурентные механизмы начнут своё действие после смыкания деревьев в био группе. Био группы же между собой непосредственно не взаимодействуют. Об этом свидетельствует тот факт, что в пределах био группы в более молодом возрасте сохранность деревьев выше и уменьшается с возрастом.

В таблице 14 приведены параметры деревьев био групп, также свидетельствующие о наличии конкурентных механизмов. Из таблицы следует, что сохранность деревьев в био группах с возрастом уменьшается. Максимальная сохранность наблюдается в возрасте 6 лет. Данный показатель принимает значения в 76% и 70% соответственно. Эти различия объясняются площадью био групп. Минимальная сохранность отмечена в возрасте 46 лет.

Таблица 14. Некоторые параметры деревьев био групп

| № ПП | Размеры био групп, м | Процент усыхающих и нежизнеспособных | Уровень очищаемости от сучьев, м | Сохранность деревьев в био группах, % |
|------|----------------------|--------------------------------------|----------------------------------|---------------------------------------|
| 1 | 3,5x2 | 37 | 0,45/0,38 | 76 |
| 2 | 3x2 | 21 | 0,47/0,4 | 70 |
| 3 | 3,8x2 | 31 | 2/1,5 | 21 |
| 4 | 2,4x2 | 19 | 4,5/2 | 21 |
| 5 | 3x2 | 15 | 5/4 | 27 |
| 6 | 3x2 | 17 | 5/3 | 17 |
| 7 | 3x2 | 7 | 10/8 | 19 |
| 8 | 3x2 | - | 9,5/7,5 | 21 |
| 9 | 3x2 | 20 | 9/8 | 15 |

После смыкания крон в био группах, конкурентная борьба усиливается. Об этом свидетельствует низкая сохранность деревьев в возрасте от 15 до 46 лет, для которых данный показатель колеблется в пределах 15-27%. В пределах одного класса возраста колебания сохранности деревьев незначительны.

Также о действии конкурентных механизмов свидетельствует изменение такого показателя, как уровень очищаемости от сучьев (табл.14). Данный

показатель изменяется по следующим тенденциям: для деревьев центральных рядов он выше, чем для средних рядов. Уровень очищаемости от сучьев увеличивается с возрастом. В возрасте 6 лет он не превышает 50 см для деревьев центральных рядов, и 40 см – для деревьев крайних рядов. Наибольшее значение уровня очищаемости отмечено в возрасте 39 лет.

Наличие угнетенных и нежизнеспособных деревьев в пределах трех рядов каждой биогруппы также свидетельствует о действии конкурентного механизма. Этот показатель максимален в возрасте 6 лет. И снижается к среднему возрасту. На сохранность деревьев и на их распределение по категориям состояния влияет также комплекс биотических факторов, который будет рассмотрен несколько позднее.

Важное значение в рамках данного исследования является изучение распределения деревьев биогрупп по классам роста (классам Крафта). Как известно, конкуренция внутри вида, значительно более интенсивна, чем между особями разных видов, но, в этом случае происходит дифференциация особей по высоте. В лесу деревья одного вида всегда распределяются по классам Крафта. Первый класс объединяет деревья хорошо развитые, поднимающиеся выше других – исключительно господствующие, второй класс – господствующие, третий – согосподствующие, с развитыми, несколько сдавленными с боков, четвертый – заглушённые деревья, пятый – деревья угнетенные, отмирающие или отмершие.

Основной полог леса при лесовосстановлении рядами образуют деревья II класса роста (до 40% по числу и до 70% по запасу древесины); их кроны развиты нормально. Деревья I класса роста несколько выше основного полога леса, их кроны мощные и суковатые и занимают до одной трети протяженности всего ствола; количество таких деревьев около 5%. Деревья III класса несколько ниже основного полога, кроны их более узкие, чем у деревьев II класса, но полностью входят в основной — верхний полог леса. Их доля в составе рядовых культур сосны обыкновенной также значительна. Деревья IV

класса имеют очень узкую (IVа) или однобокую (IVб) крону и по высоте ниже деревьев III класса.

Данные о распределении деревьев биогрупп по классам роста Крафта приведены в приложении Б.

Изучение распределения деревьев биогрупп по классам роста даёт некоторое представление о структуре насаждения. На основании приведённых выше данных, нами составлены сводные таблицы распределения деревьев центральных и крайних рядов куртин биогрупп (табл. 15, табл.16).

Таблица 15. Распределение деревьев центральных рядов по классам Крафта

| № ПП | Возраст, лет | Размещение в площадках, м | К-во деревьев, шт. | Распределение по классам Крафта, % | | | |
|------|--------------|---------------------------|--------------------|------------------------------------|----|-----|----|
| | | | | I | II | III | IV |
| 1 | 6 | 3,5x2 | 42 | 36 | 24 | 31 | 9 |
| 2 | 6 | 3x2 | 31 | 19 | 35 | 23 | 23 |
| 3 | 15 | 3,8x2 | 30 | 37 | 13 | 23 | 27 |
| 4 | 21 | 2,4x2 | 32 | 67 | 3 | 18 | 12 |
| 5 | 21 | 3x2 | 30 | 60 | - | 33 | 7 |
| 6 | 24 | 3x2 | 30 | 63 | 6 | 3 | 28 |
| 7 | 39 | 3x2 | 34 | 94 | - | 6 | - |
| 8 | 41 | 2x2 | 32 | 91 | 6 | 3 | - |
| 9 | 46 | 2x2 | 32 | 73 | - | 12 | 15 |

На пробных площадях 1-4 (возраст 6-21) и 6 (24 года) в центральных рядах биогрупп произрастают деревья, отнесённые к первым четырём классам роста Крафта. Для более старшего возраста характерно отсутствие деревьев второго или четвёртого класса роста, так, например, на пробных площадях 7 и 8 (39 лет и 41 год) отсутствуют деревья IV класса роста. С 20 летнего возраста в центральных рядах биогрупп преобладают – деревья только I класса роста Крафта (их доля составляет более 50 процентов). Для возрастов 24 года и 46 лет характерно наличие значительной доли угнетённых деревьев сосны обыкновенной (таблица 15).

Таблица 16. Распределение деревьев крайних рядов по классам Крафта

| № ПП | Возраст, лет | Размещение в площадках, м | К-во деревьев, шт. | Распределение по классам Крафта, % | | | |
|------|--------------|---------------------------|--------------------|------------------------------------|----|-----|----|
| | | | | I | II | III | IV |
| 1 | 6 | 3,5x2 | 68 | 36 | 10 | 31 | 23 |
| 2 | 6 | 3x2 | 53 | 13 | 42 | 15 | 30 |
| 3 | 15 | 3,8x2 | 36 | 44 | 3 | 31 | 22 |
| 4 | 21 | 2,4x2 | 32 | 50 | - | 25 | 25 |
| 5 | 21 | 3x2 | 31 | 39 | - | 32 | 29 |
| 6 | 24 | 3x2 | 35 | 80 | - | 11 | 9 |
| 7 | 39 | 3x2 | 38 | 76 | - | 13 | 11 |
| 8 | 41 | 2x2 | 32 | 72 | - | 25 | - |
| 9 | 46 | 2x2 | 38 | 52 | - | 24 | 24 |

Деревья крайних рядов имеют несколько другое распределение по классам роста: в более молодом возрасте отмечены деревья I-IV классов роста. В более поздние периоды роста, количество отстающих деревьев сокращается. Преобладают деревья I класса роста – то есть с наилучшим развитием (таблица 16). Данное распределение также можно объяснить действием биотических факторов: а именно конкурентными взаимоотношениями. Пробные площади ПП4-ПП9 (21 год – 39 лет) характеризуются отсутствием деревьев II-го класса роста.

Таким образом, структура разновозрастных древостоев представлена в основном деревьями наилучшей степени развития (I класс шкалы роста Крафта). Как известно, конкуренция возникает в том случае, если несколько видов живых организмов в своей жизнедеятельности используют одни и те же ресурсы (Пианка, 1981), т. е. вступают в конкурентные взаимоотношения. Речь здесь идет о внутривидовой конкуренции, кульминацией которой должно стать образование устойчивого сообщества с максимальным приростом биомассы. Поскольку среда обитания соответствует биолого-экологическим особенностям сосны обыкновенной, то средневозрастные насаждения характеризуются уже наиболее стабильной структурой древостоя (таблицы 15, 16).

Конкуренция происходит в тех случаях, когда взаимодействие между двумя или несколькими особями или популяциями оказывает неблагоприятное

влияние на рост, выживание и приспособленность каждой особи. В типичном случае это происходит из-за недостатка ресурса (Джиллер, 1988). То есть на распределение деревьев по классам роста Крафта влияет первичная площадь биогрупп или площадь питания, приходящаяся на 1 саженец сосны обыкновенной. Если потребность в ресурсе уравнивается, то особи конкурируют меньше. Внутривидовая конкуренция способствует с одной стороны расширению ниши, а с другой – увеличению разнообразия. Если в том или ином сообществе есть свободные экологические ниши, то существующие здесь виды получают некие дополнительные ресурсы.

На основании таблиц 15 и 16 построены круговые диаграммы распределений деревьев центральных и крайних рядов по классам роста.

Дифференциация деревьев по классам Крафта рассмотрена для возрастов от 6 до 46 лет (Рис.6-14). Распределение деревьев центральных и крайних рядов биогрупп даёт представление об их структуре. Дифференциация деревьев в данном случае начинается уже до смыкания крон деревьев. Ценопопуляция сосны обыкновенной характеризуется наличием слабых внутривидовых конкурентных взаимоотношений.

Таким образом, для деревьев биогрупп в более молодом возрасте характерно наличие деревьев, отнесённых к I-II классам роста Крафта (6-15 лет). Для древостоя центральных рядов в более старшем возрасте характерно наличие значительного количества деревьев II-го класса Крафта. Деревья, произрастающие в крайних рядах, характеризует более сложная дифференциация деревьев по классам роста, поскольку здесь значительная доля деревьев отнесена к IV классу роста. То есть, для центральных рядов характерна более стабильная структура древостоя. Такое распределение деревьев по классам роста обеспечивается функционированием естественных механизмов, направленных на поддержание потенциала сообщества.

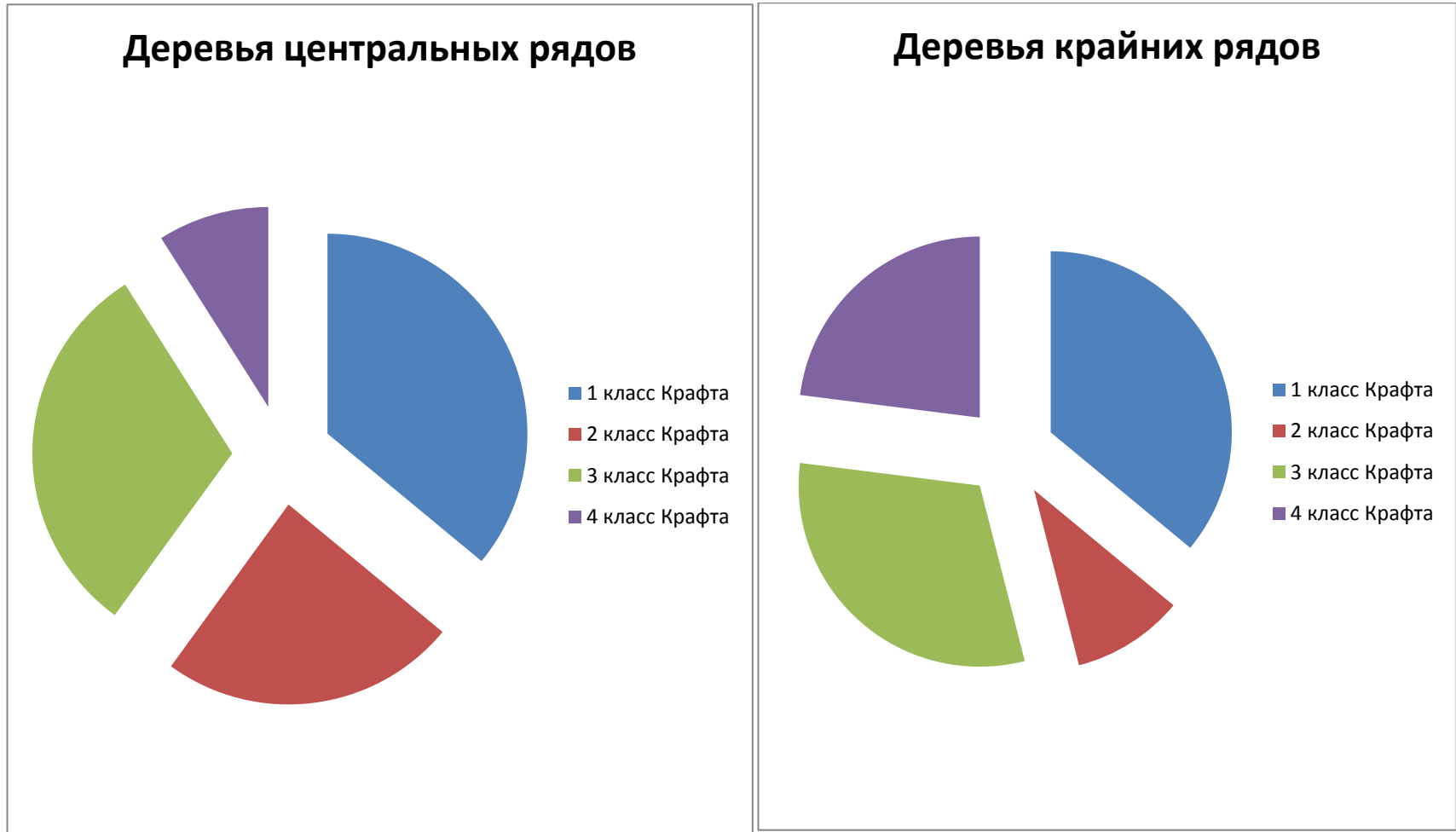


Рис. 6. Диаграмма распределения деревьев биогрупп по классам Крафта для ПП1

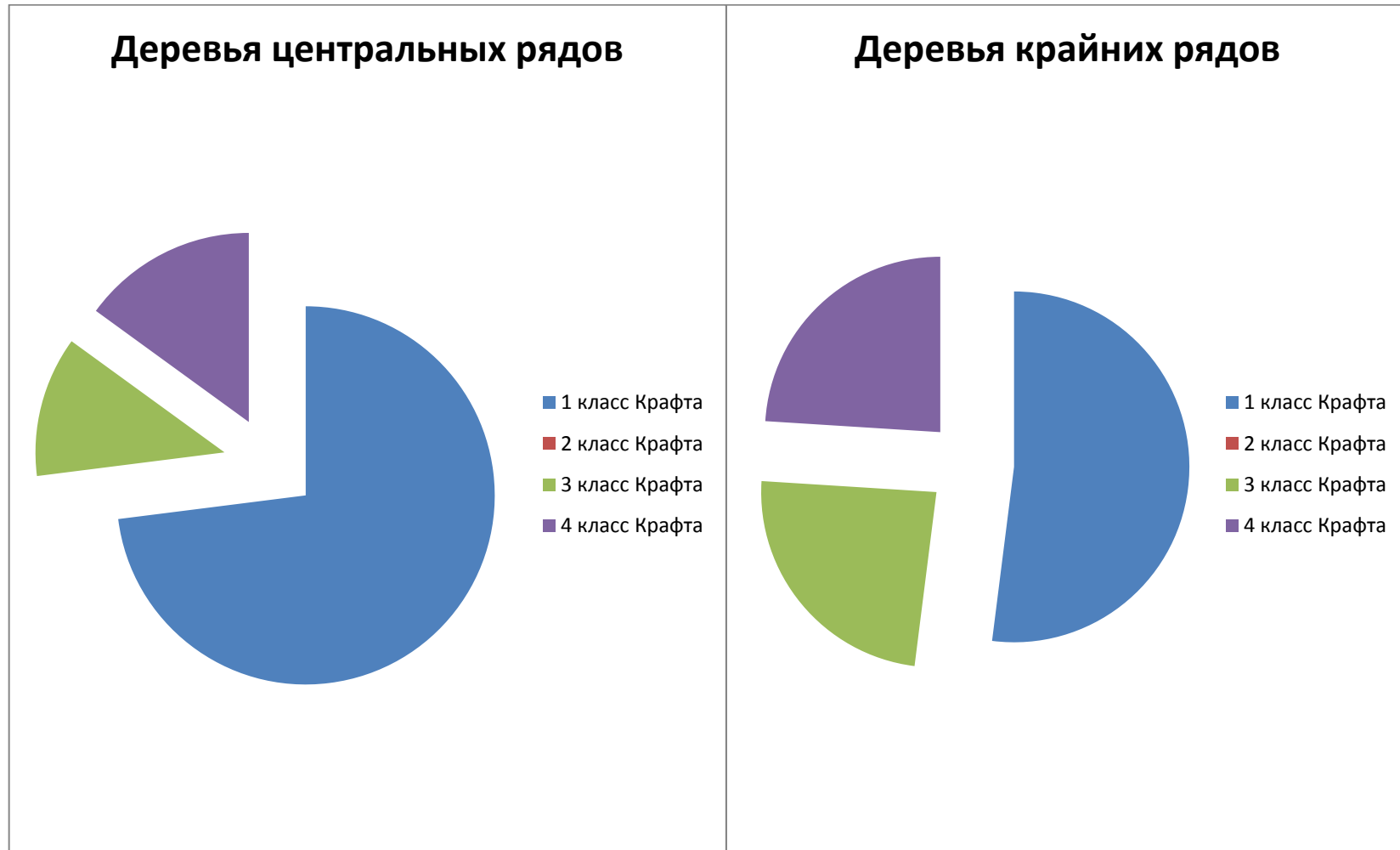


Рис. 7. Диаграмма распределения деревьев биогрупп по классам Крафта для ПП2

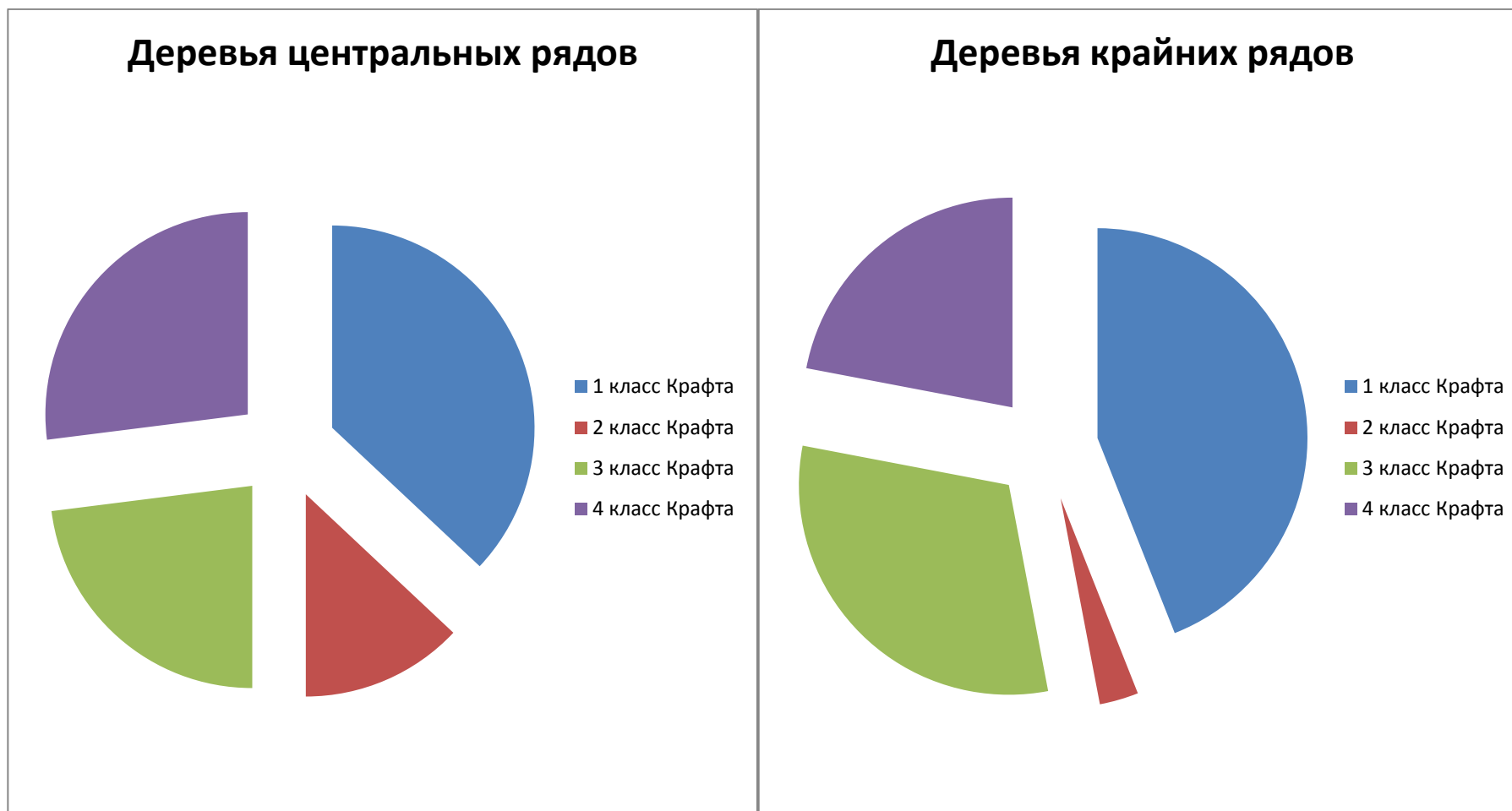


Рис. 8. Диаграмма распределения деревьев биогрупп по классам Крафта для ППЗ

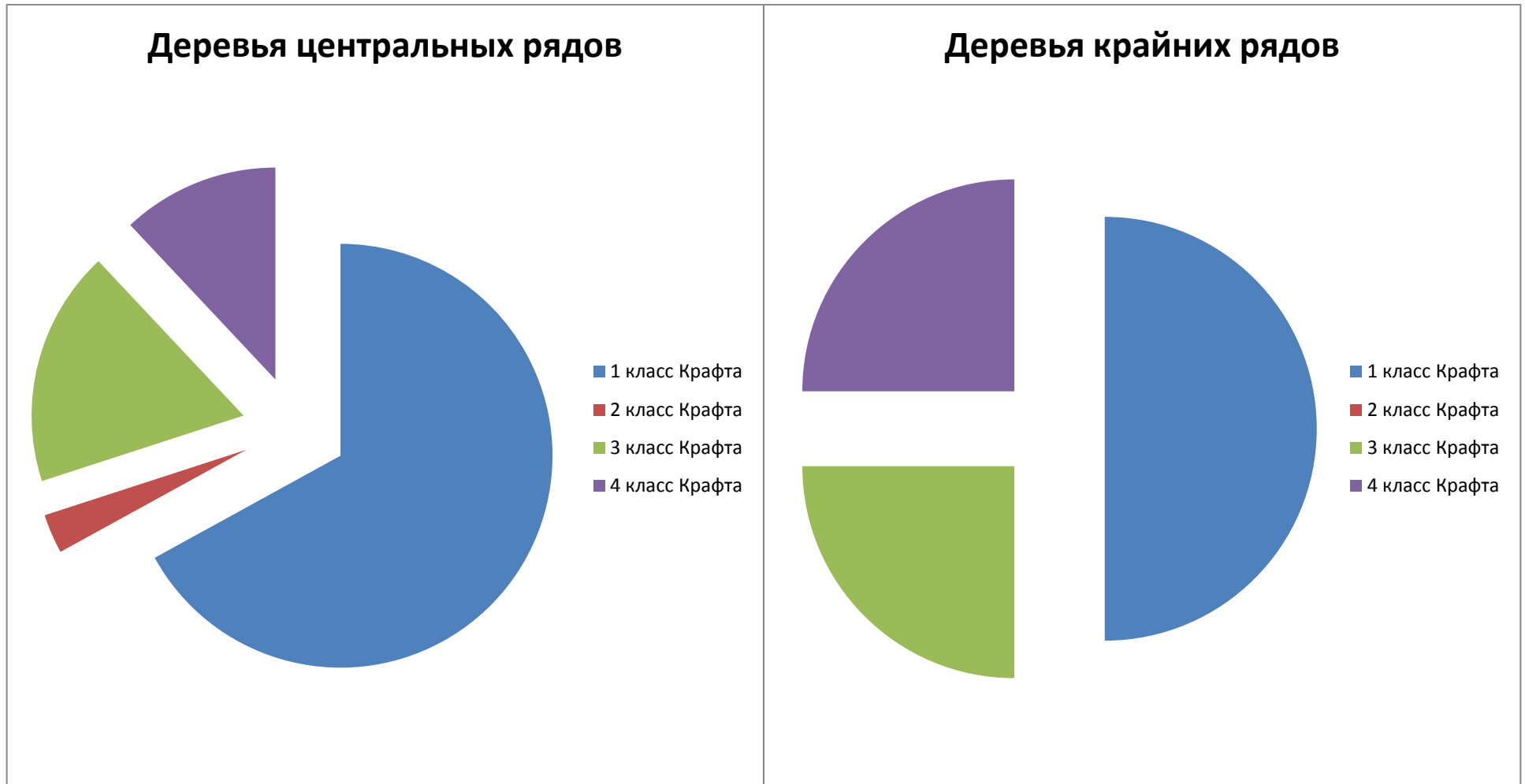


Рис. 9. Диаграмма распределения деревьев биогрупп по классам Крафта для ПП4

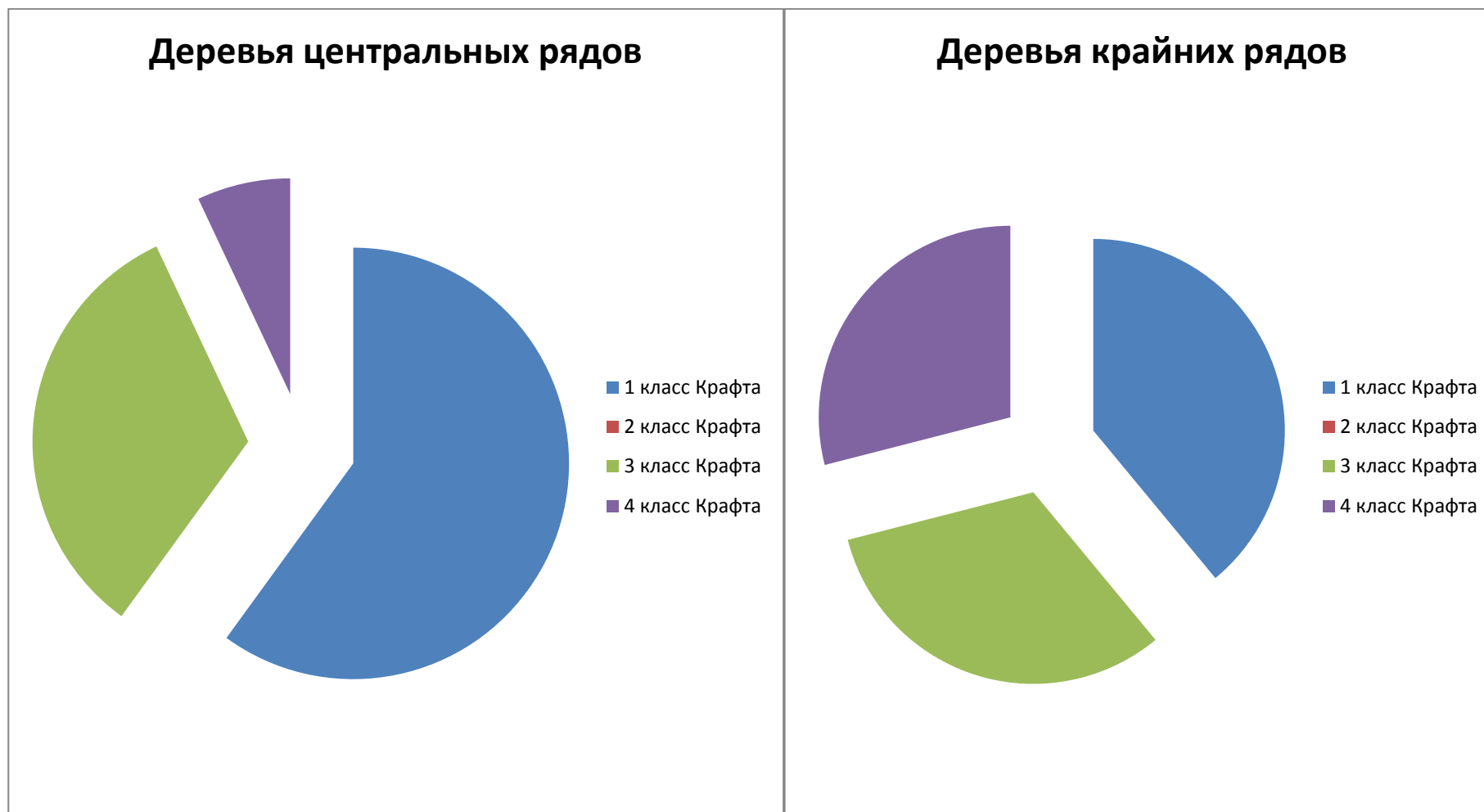


Рис. 10. Диаграмма распределения деревьев биогрупп по классам Крафта для ПП5

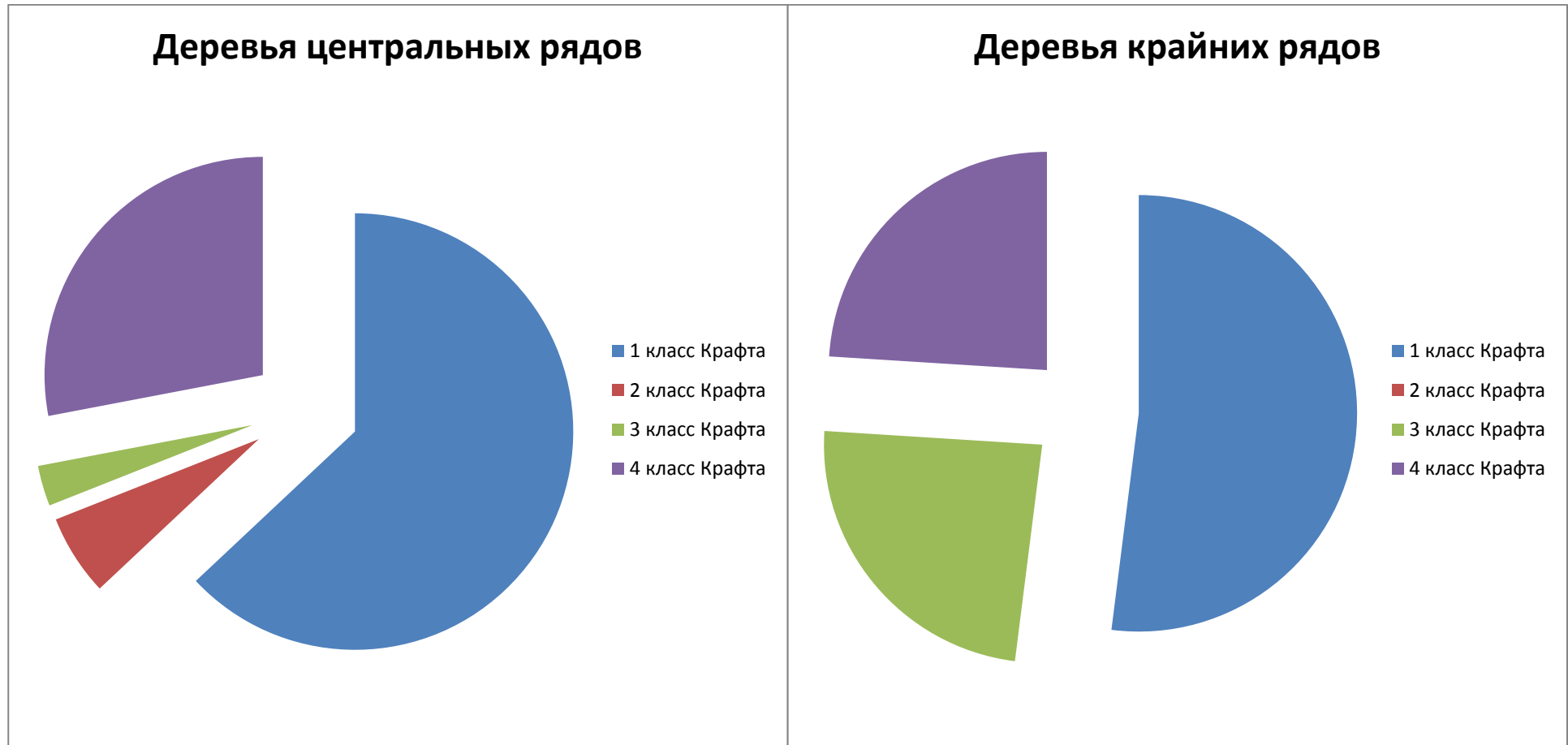


Рис. 11. Диаграмма распределения деревьев биогрупп по классам Крафта для ПП6

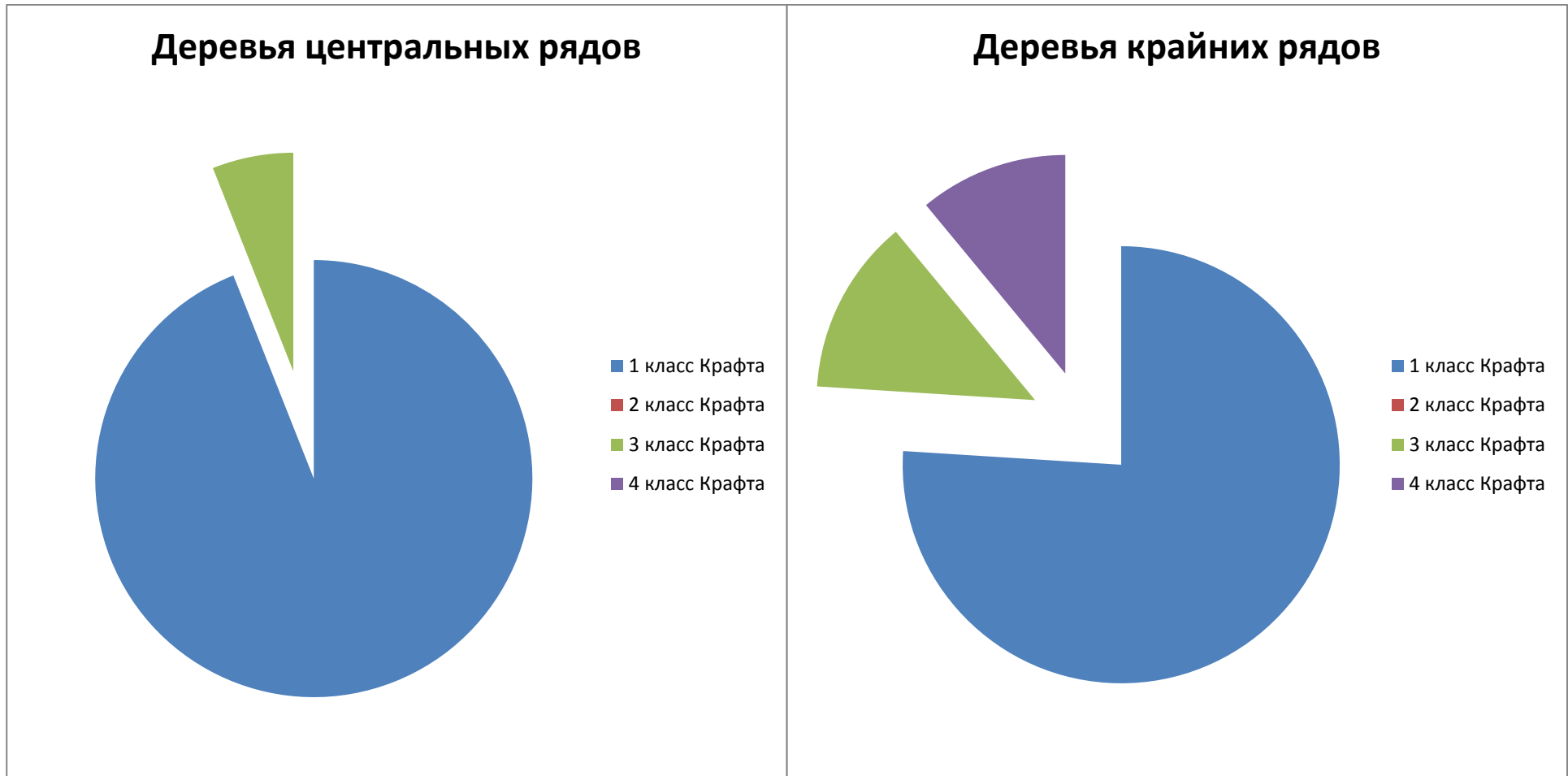


Рис. 12. Диаграмма распределения деревьев биогрупп по классам Крафта для ПП7

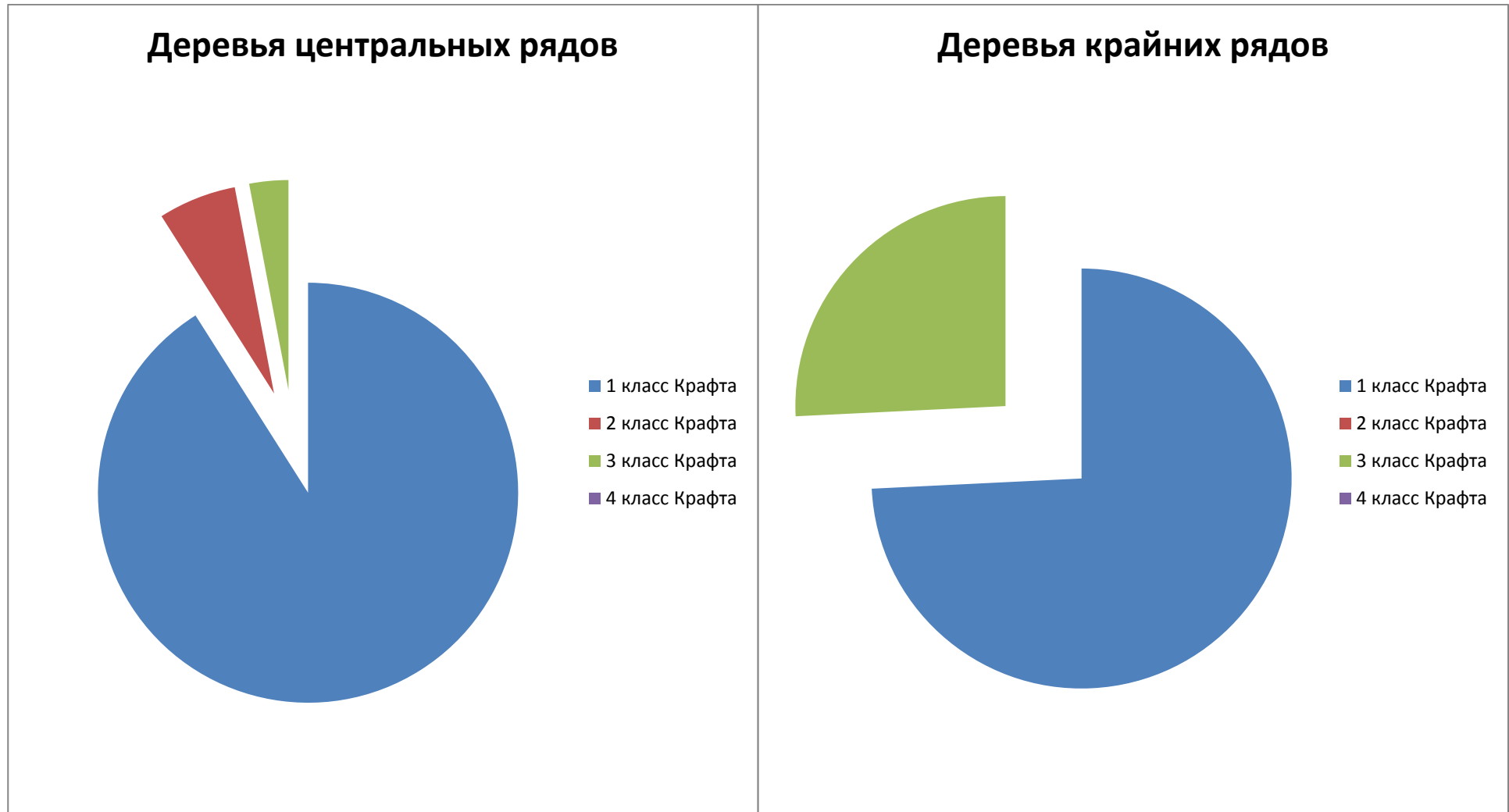


Рис. 13. Диаграмма распределения деревьев биогрупп по классам Крафта для ПП8

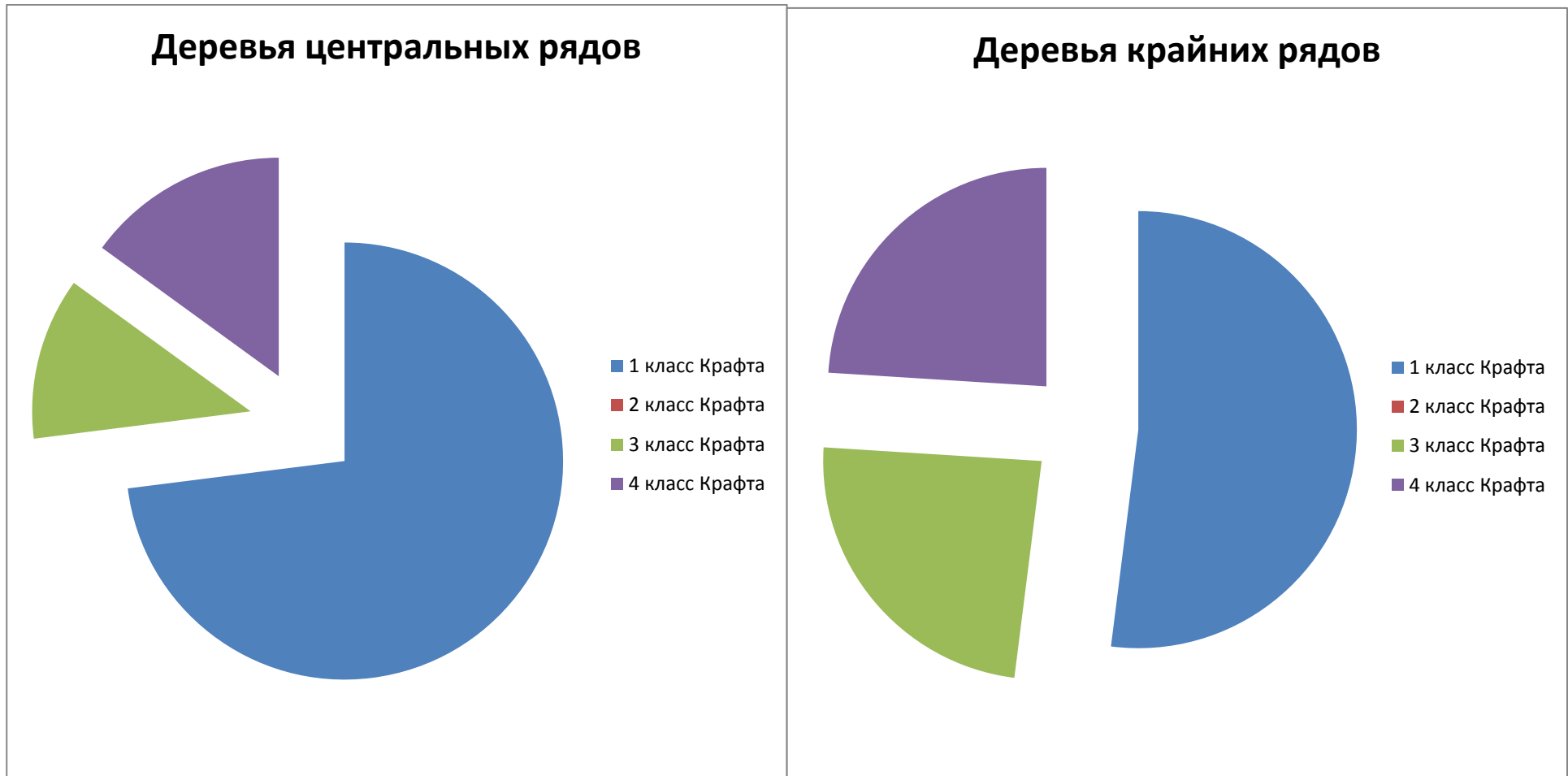


Рис. 14. Диаграмма распределения деревьев биогрупп по классам Крафта для ПП9

Таким образом, механизм действия конкуренции определяется положением видов в сообществе, то есть их экологическими нишами. Увеличение числа измерений ниши, дифференциальное перекрытие – всё это ведет к снижению конкуренции, а, следовательно, может обеспечить сосуществование большего числа видов, чем было бы возможно в каких-то других условиях (Уиттейкер,1975). Другими словами, если в сообществе новый вид занимает определенную экологическую лицензию (фундаментальную экологическую нишу), то он сам непосредственно становится «определённым ресурсом» для других видов, то есть, говоря словами Уиттейкера, «разнообразие порождает разнообразие».

Поскольку в данном исследовании мы имеем дело с лесными культурами сосны, созданными биогруппами, особое значение здесь имеет внутривидовая конкуренция. Ведь именно этот параметр регулирует сообщество, поддерживая его плотность на стабильном уровне. Существует определённая предельная плотность насыщения, которая зависит от ёмкости среды.

Внутривидовая конкуренция имеет количественное выражение:

$$K = \lg \frac{B}{A}, \quad (4)$$

Где В- начальная густота культур в биогруппах;

А- густота культур на возраст в N лет.

Расчёты приведены в таблице 17.

Таблица 17. Индексы внутривидовой конкуренции

| № ПП | Возраст, лет | В, первоначальная густота, шт/га | А, густота для данного возраста, шт/га | К |
|------|--------------|----------------------------------|--|------|
| 1 | 6 | 6000 | 4560 | 0,10 |
| 2 | 6 | 6000 | 4200 | 0,15 |
| 3 | 15 | 7200 | 1512 | 0,68 |
| 4 | 21 | 4500 | 945 | 0,68 |
| 5 | 21 | 4600 | 1242 | 0,59 |
| 6 | 24 | 4600 | 782 | 0,77 |
| 7 | 39 | 4600 | 874 | 0,72 |
| 8 | 41 | 4600 | 966 | 0,68 |
| 9 | 46 | 4600 | 690 | 0,82 |

Индекс конкуренции изменчив с возрастом (табл. 17). Поскольку эта величина логарифмическая, то наибольшей остроты конкурентные взаимоотношения достигают в возрасте 6 лет. Минимальным проявлением данного типа биотических взаимоотношений характеризуются биогруппы 46-летнего возраста. Для возрастов от 15 лет до 41 год рассчитываемый коэффициент изменяется в пределах 0,59-0,77. Его значение в первую очередь возрастает пропорционально отпаду деревьев (чем интенсивнее развивались в биогруппах конкурентные механизмы, тем больше был отпад деревьев). К возрасту 46 лет в биогруппах включились в действие естественные механизмы, которые поддерживают на нужном уровне устойчивость данного ценоза.

Таким образом, конкурентные механизмы играют большую роль в формировании структуры лесных фитоценозов. Интенсивность как внутривидовых, так и межвидовых конкурентных взаимоотношений определяется применяемым способом лесовосстановления. Так, например, при лесовосстановлении рядами данный показатель меньше, о чем свидетельствует распределение деревьев по классам роста Крафта (в рамках данного исследования установлено: для рядовых культур характерно наличие в составе лесного фитоценоза деревьев преимущественно второго и третьего классов роста Крафта, а в биогруппах отмечена более сложная

дифференциация деревьев по высотам и диаметрам). В биогруппах конкурентные взаимоотношения более выражены. Чем выше интенсивность конкуренции, тем больше степень самоизреживания древостоя с возрастом и более выражен процесс естественного отбора, который реализуется путем борьбы за существование.

Итогом действия конкурентных механизмов является определённая структура лесного фитоценоза, которая при лесовосстановлении биогруппами представлена двумя составляющими: фоновыми породами и древесными породами биогрупп. Таким образом, итогом внутривидовой и межвидовой конкуренции является формирование определённого уровня флористического биоразнообразия, которое в свою очередь порождает разнообразие животного мира. В итоге формируется экосистемное биологическое разнообразие.

Поскольку биоразнообразие определяет устойчивость лесных фитоценозов (глава 1), то в части 3.3 будет произведена оценка устойчивости (жизнеспособности) деревьев биогрупп.

3.3 Показатели жизнеспособности деревьев биогрупп

Биологическое разнообразие связано с жизнеспособностью, устойчивостью, продуктивностью и другими важнейшими характеристиками биосистем, а также с условиями среды, в которой живые организмы существуют. Выявление возможных механизмов этой связи необходимо для объяснения наблюдаемых закономерностей распределения биоразнообразия и изучения механизмов его формирования в разных природных условиях.

В ходе своего развития любая экосистема стремится достигнуть состояния с максимальной жизнеспособностью отдельных деревьев, составляющих ее. При действии факторов, выводящих сообщество из состояния равновесия, начинается его приспособление к новым условиям

окружающей среды. Можно считать, что уровни разнообразия ненарушенных природных систем наиболее близки к оптимальным значениям. Искусственное снижение и повышение внутреннего разнообразия биосистем, а также быстрые изменения среды ведут к снижению их жизнеспособности

С устойчивостью биологических систем связаны следующие показатели (Букварёва, 2005):

1. Эффективность выполнения ими экологических функций.
2. Устойчивость выполняемых функций.

Поскольку выполнять устойчиво экологические функции могут только жизнеспособные деревья, нами проведен расчёт жизнеспособности отдельных деревьев биогрупп (приложение Б).

Жизнеспособность изменяется с возрастом. Это объясняется тем, что конкурентные взаимоотношения со временем стабилизируются. В биогруппах с возрастом густота уменьшается, и в целом на 1 гектаре деревьев остаётся меньше, чем при первичной закладке. Максимальная средняя жизнеспособность характерна для биогрупп в возрасте 6 лет. Количественное выражение жизнеспособности для центральных и крайних рядов биогрупп различаются незначительно, однако наиболее высокое значение жизнеспособности характерно для крайних рядов.

В данном случае отношение Н/Г характеризует возможность дальнейшего роста и развития древостоя. Степень жизнеспособности деревьев биогрупп будет высокой в том случае, если экологические ниши и лицензии, которые они занимают, характеризуются достаточным ресурсным потенциалом для развития древостоя.

На основании расчётных данных построены диаграммы распределения деревьев биогрупп по степеням жизнеспособности (рис. 15-36).

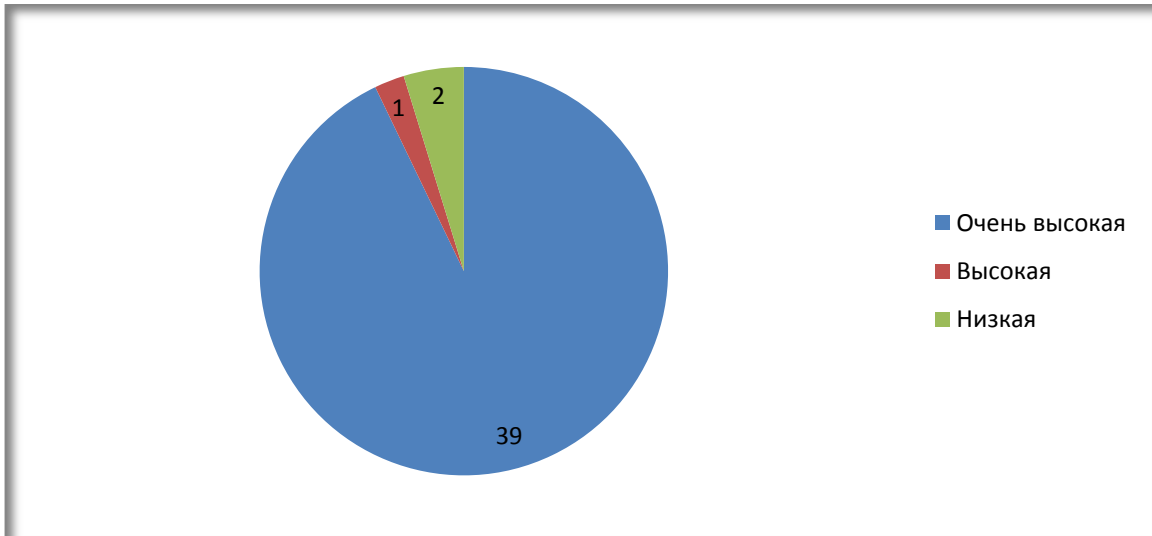


Рис. 15. Распределение деревьев центральных рядов биогрупп по вариантам жизнеспособности на 1ПП

В возрасте шести лет в центральных рядах отмечены деревья сосны обыкновенной с очень высокой, высокой и низкой жизнеспособностью (рис.15).

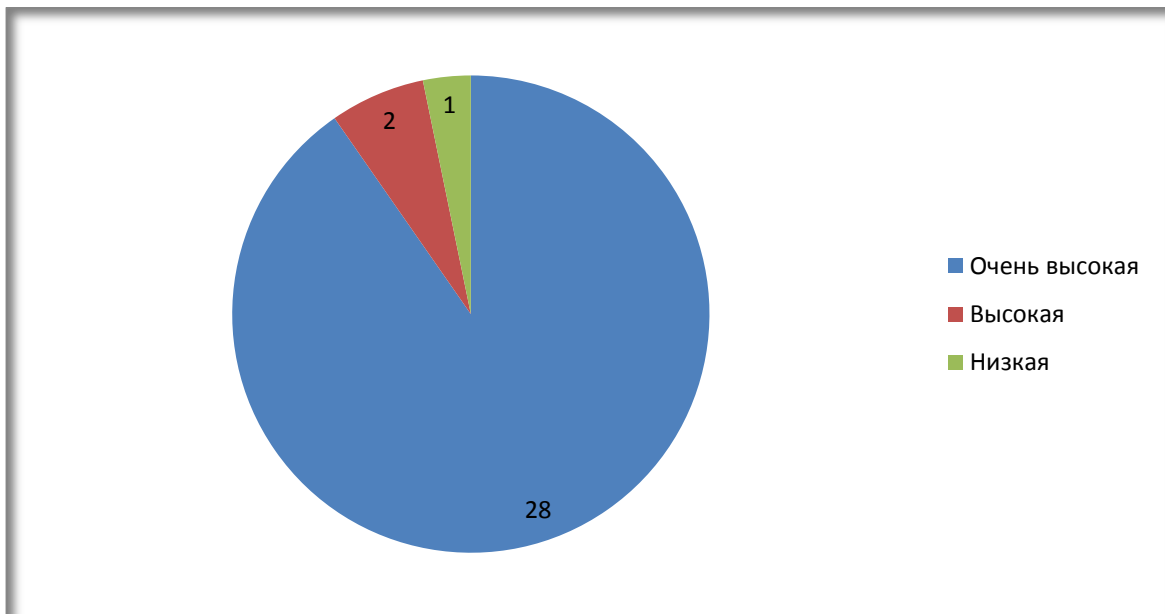


Рис. 16. Распределение деревьев центральных рядов биогрупп по вариантам жизнеспособности на 2ПП

В возрасте шести лет в центральных рядах также значительна роль деревьев с высокой жизнеспособностью (рис.16). Данное распределение зависит не только от начальных характеристик экологических ниш, но и от способа лесовосстановления.

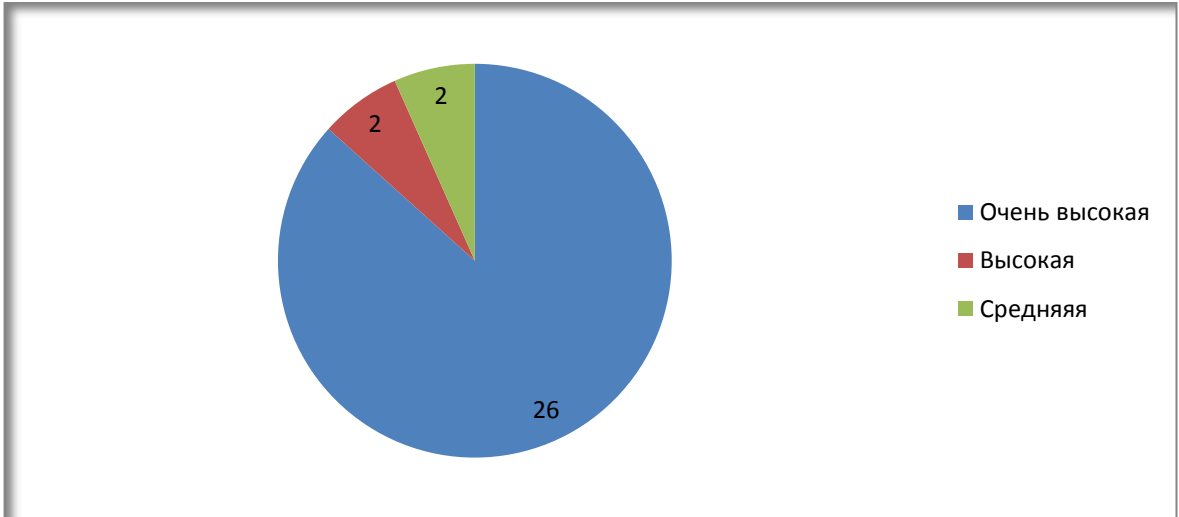


Рис. 17. Распределение деревьев центральных рядов биогрупп по вариантам жизнеспособности на 3ПП

В возрасте 15-лет в центральных рядах преобладают деревья сосны обыкновенной с очень высокой жизнеспособностью (рис.17).

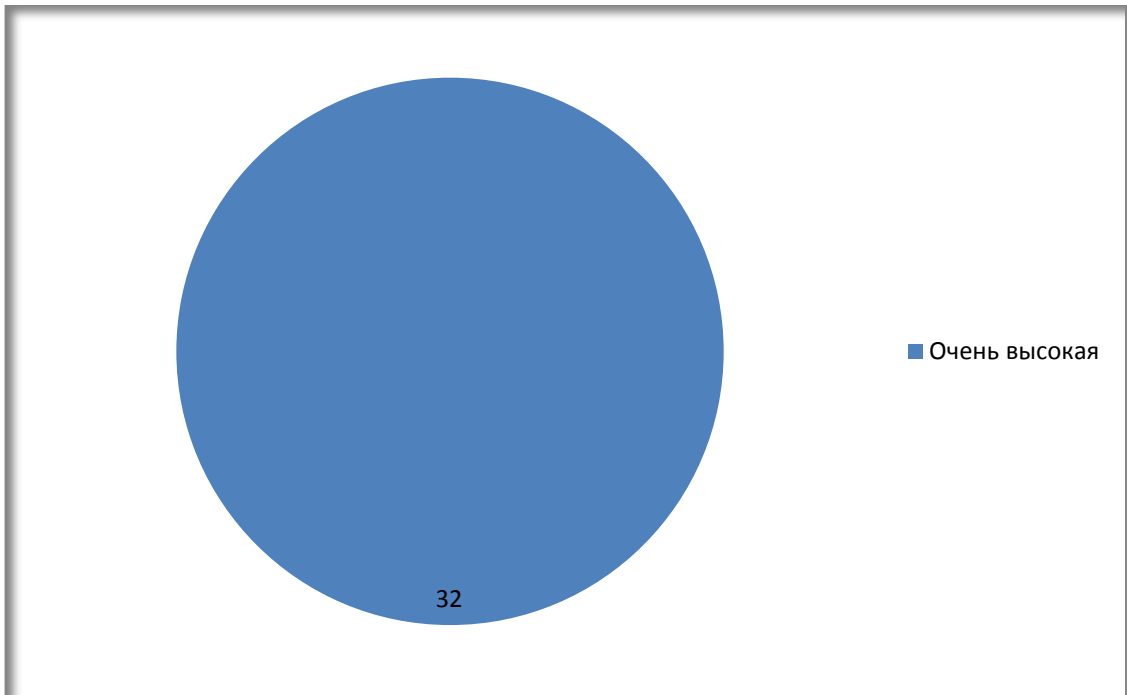


Рис. 18. Распределение деревьев центральных рядов биогрупп по вариантам жизнеспособности на 4ПП

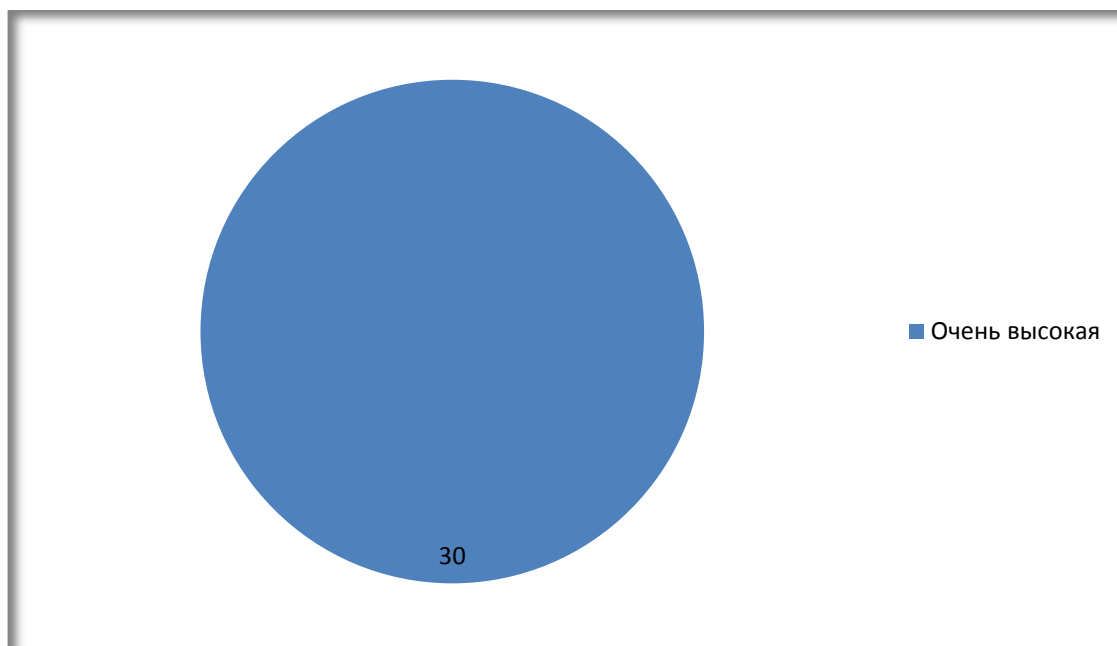


Рис. 19. Распределение деревьев центральных рядов биогрупп по вариантам жизнеспособности на 5ПП

Для возраста в 21 год характерно наличие деревьев только с очень высокой жизнеспособностью (рис.18,19).

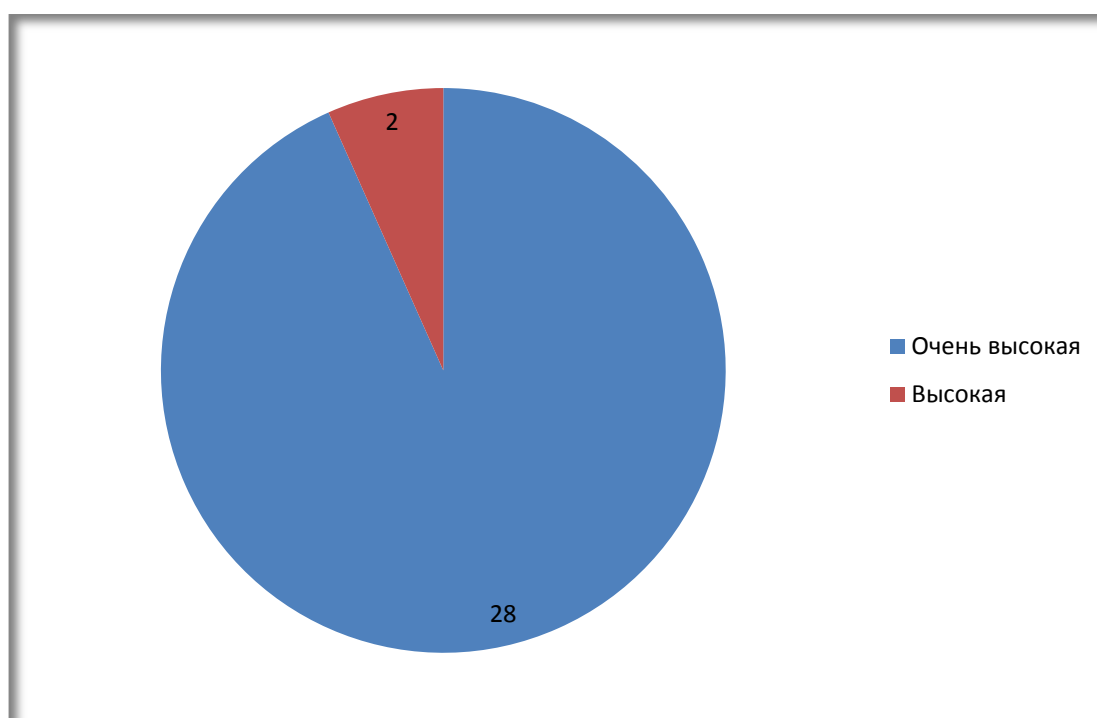


Рис. 20. Распределение деревьев центральных рядов биогрупп по вариантам жизнеспособности на 6ПП

Для возраста в 24 года характерно преобладание деревьев с очень высокой жизнеспособностью, отмечено также наличие деревьев с высокой жизнеспособностью (рис.20).

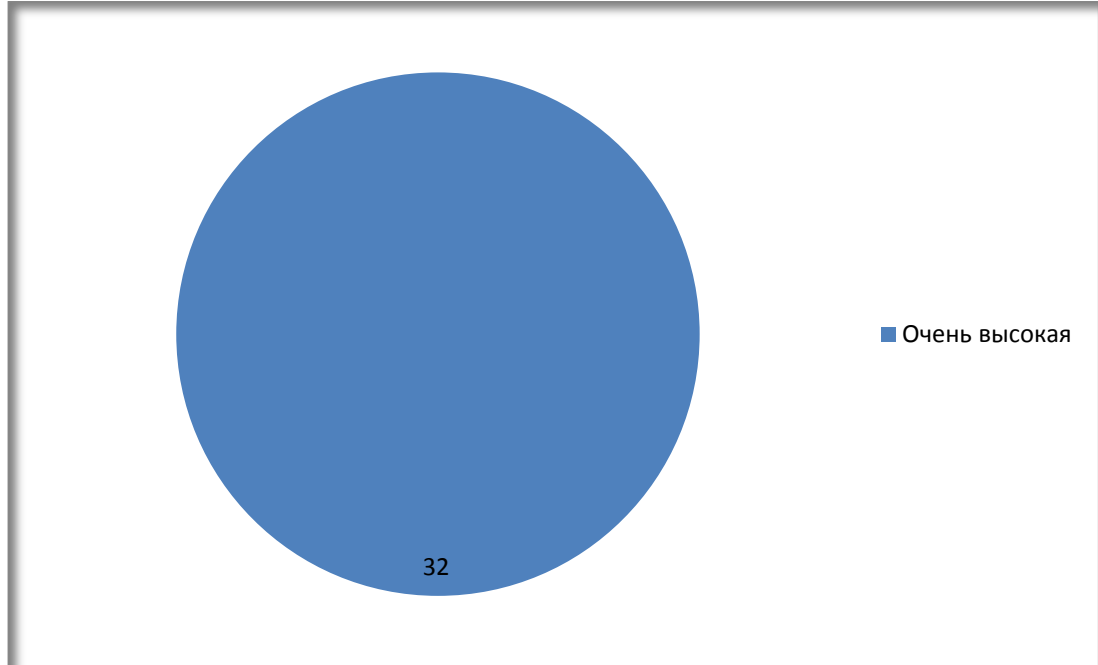


Рис. 21. Распределение деревьев центральных рядов биогрупп по вариантам жизнеспособности на 7ПП

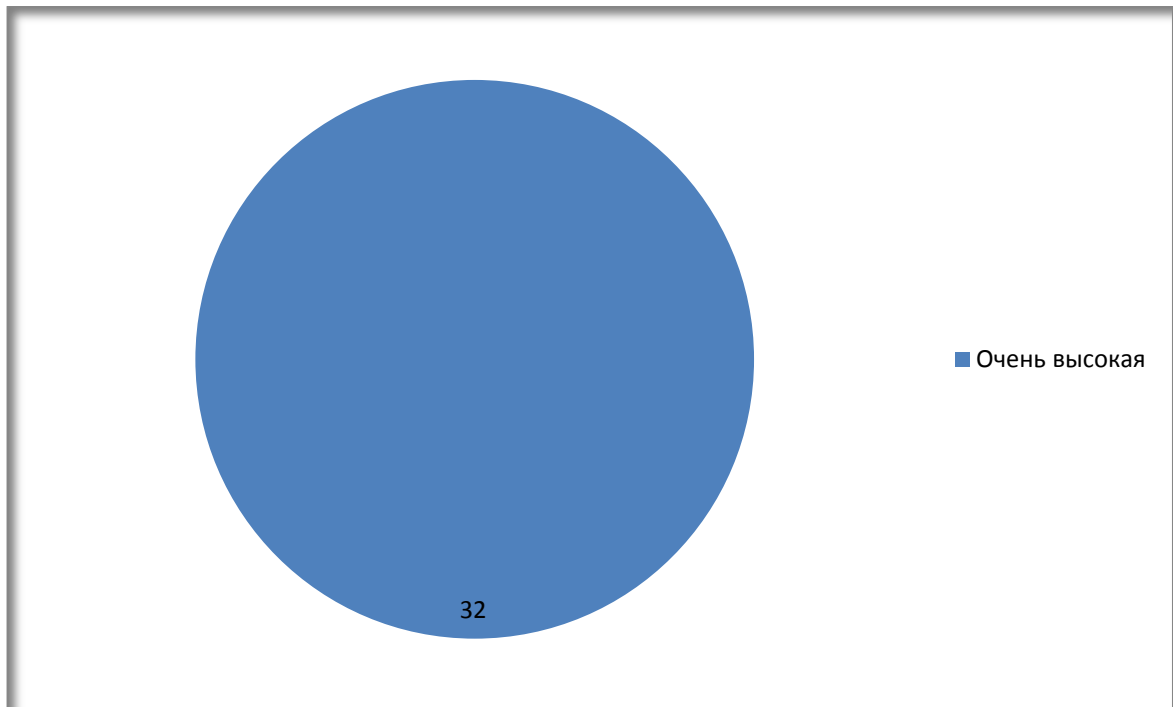


Рис. 22. Распределение деревьев центральных рядов биогрупп по вариантам жизнеспособности на 8ПП

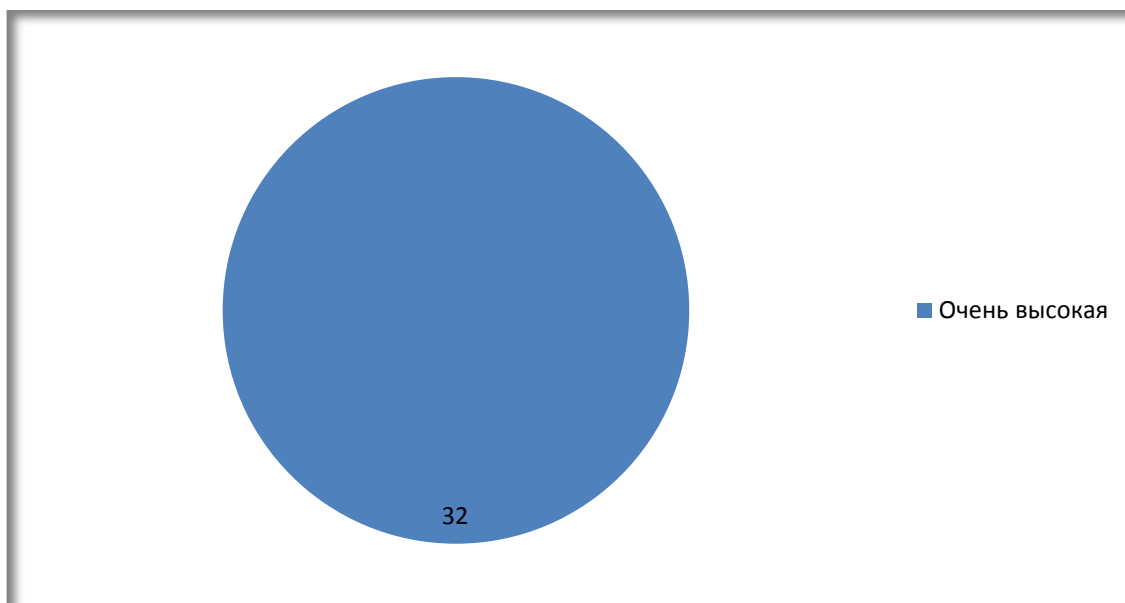


Рис. 23. Распределение деревьев центральных рядов биогрупп по вариантам жизнеспособности на 9ПП

Для центральных рядов биогрупп с возрастaми от 39 до 46 лет все деревья имеют очень высокую жизнеспособность (рис.21-23).

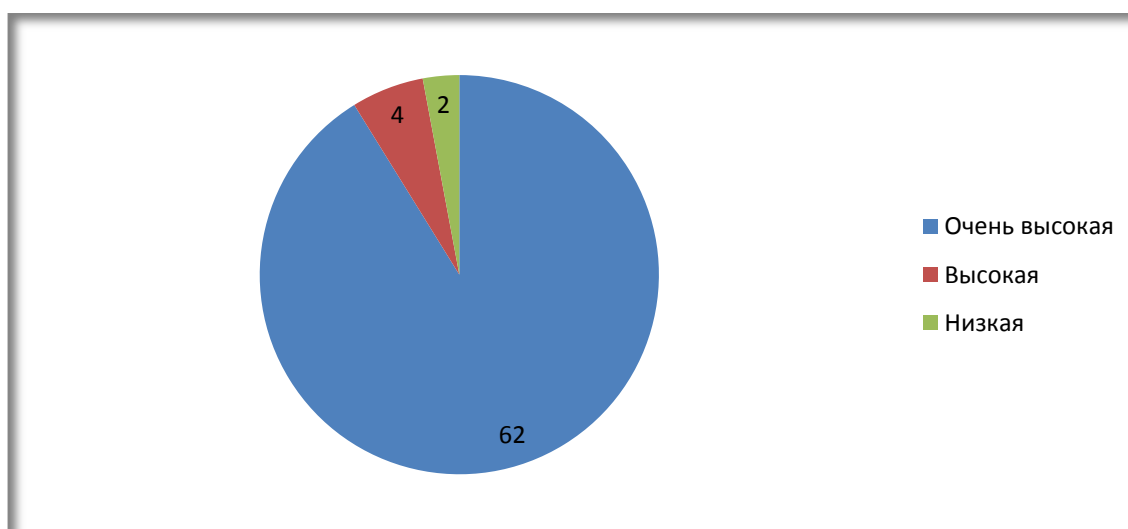


Рис. 24. Распределение деревьев крайних рядов биогрупп по вариантам жизнеспособности на 1ПП

Деревья крайних рядов в шестилетнем возрасте характеризуются очень высокой, высокой и низкой жизнеспособностью (аналогично деревьям центральных рядов того же возраста) (рис.24).

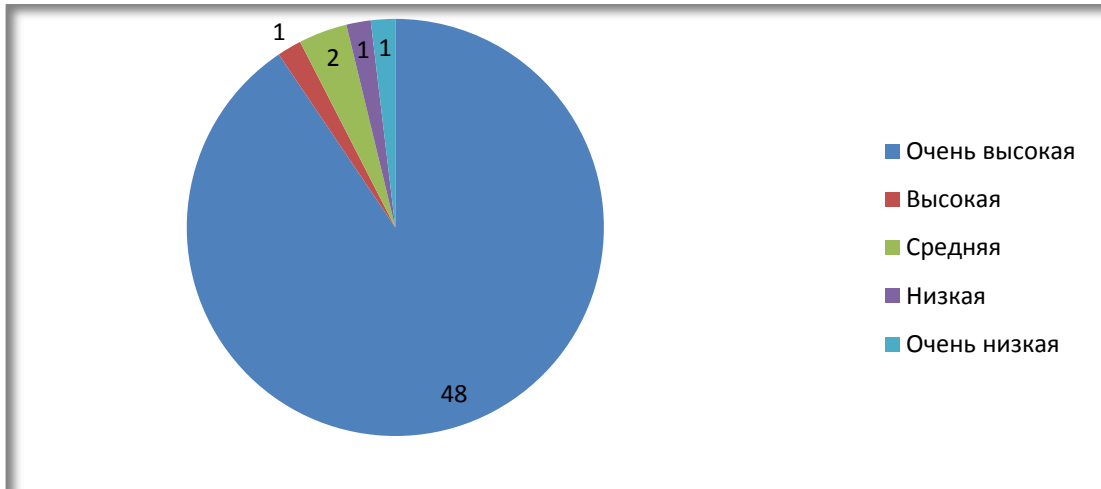


Рис. 25. Распределение деревьев крайних рядов биогрупп по вариантам жизнеспособности на 2ПП

Деревья одного и того же возраста могут характеризоваться различными распределениями по жизнеспособности. Так например, для шестилетних культур на ПП2 выделено пять вариантов: очень высокая, высокая, средняя, низкая, очень низкая. (рис.25)

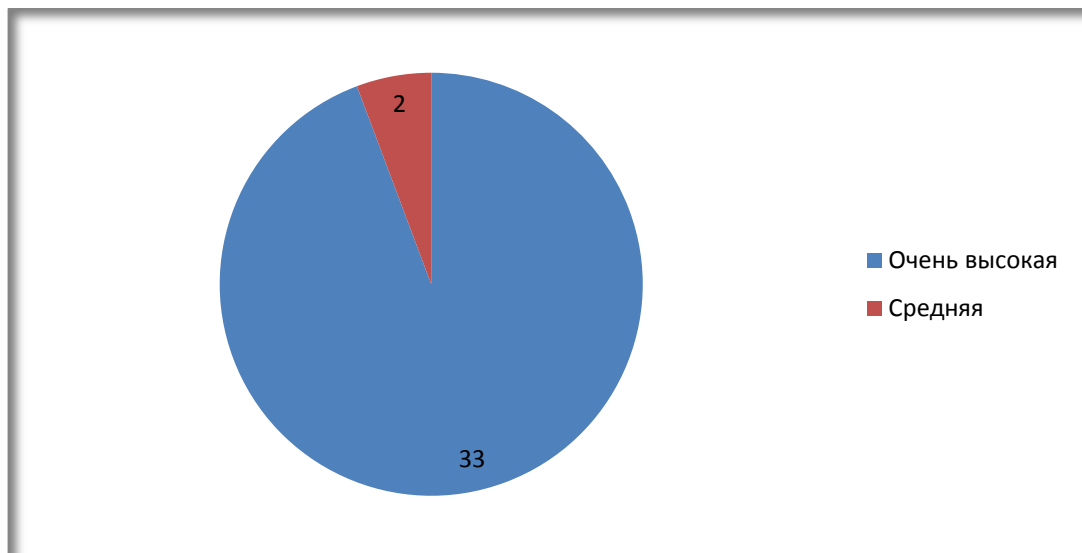


Рис. 26. Распределение деревьев крайних рядов биогрупп по вариантам жизнеспособности на 3ПП

В 15-ти летнем возрасте в крайних рядах биогрупп отмечены деревья с очень высокой и средней жизнеспособностью (рис.26).

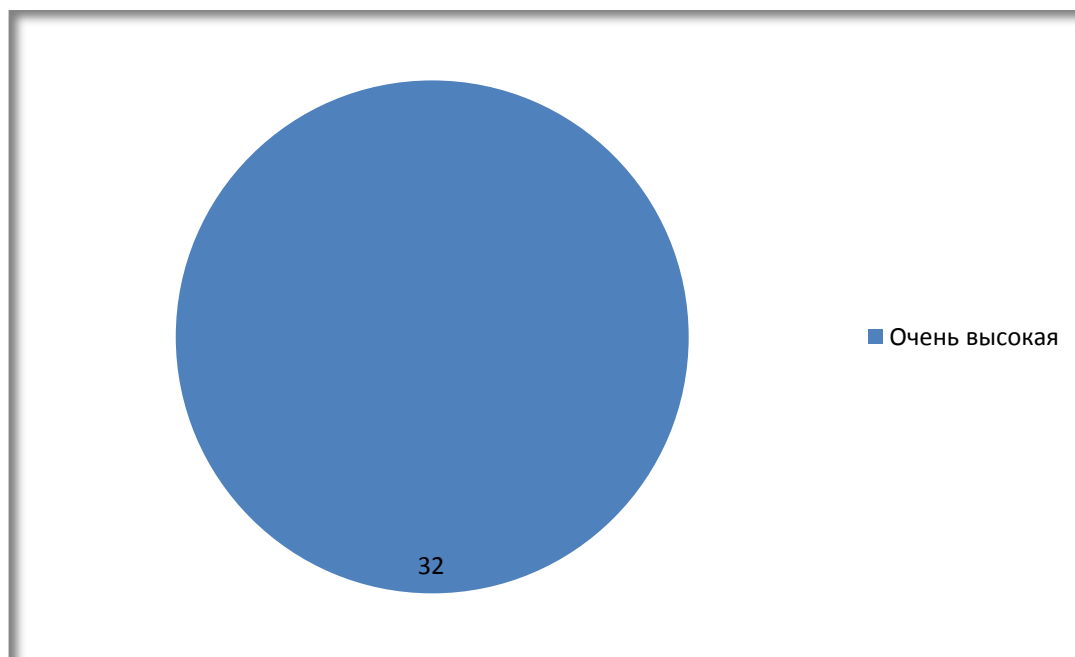


Рис. 27. Распределение деревьев крайних рядов биогрупп по вариантам жизнеспособности на 4ПП

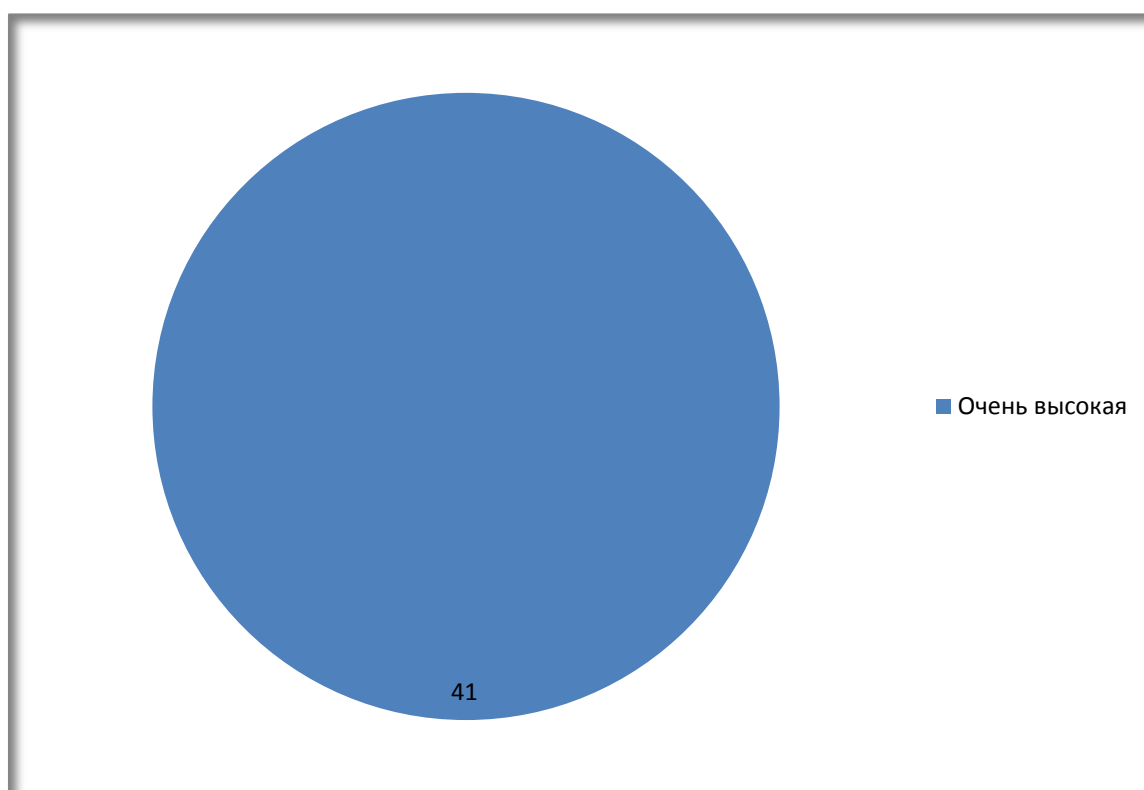


Рис. 28. Распределение деревьев крайних рядов биогрупп по вариантам жизнеспособности на 5ПП

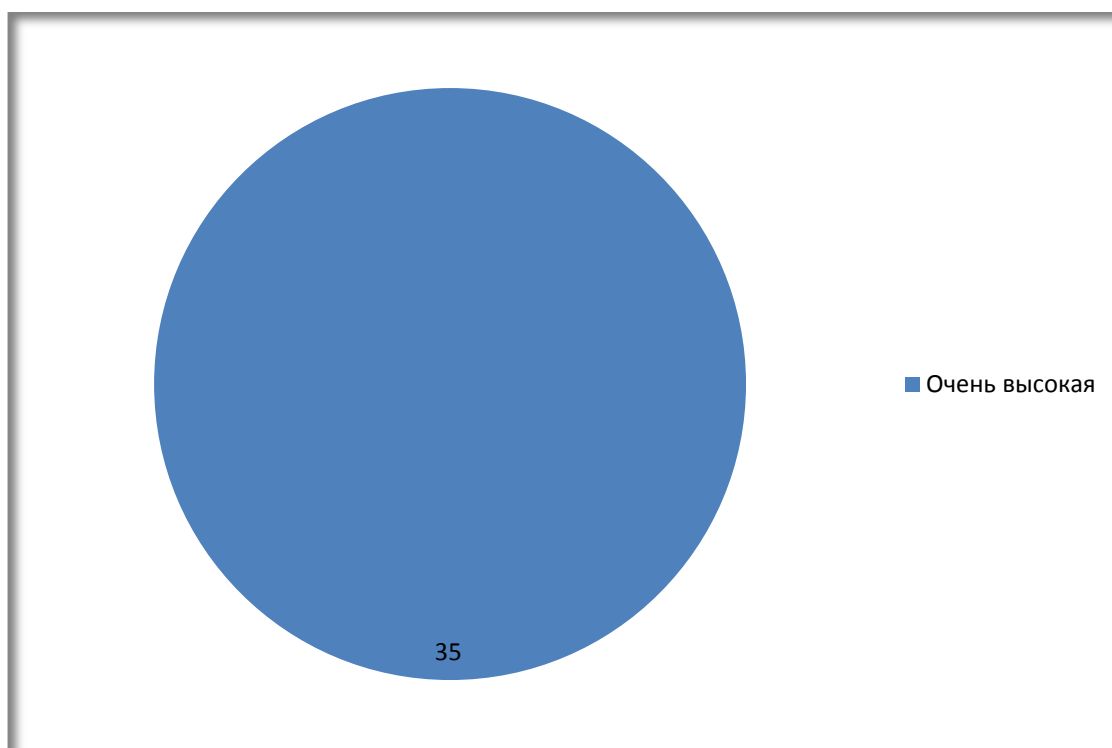


Рис. 29. Распределение деревьев крайних рядов биогрупп по вариантам жизнеспособности на 6ПП

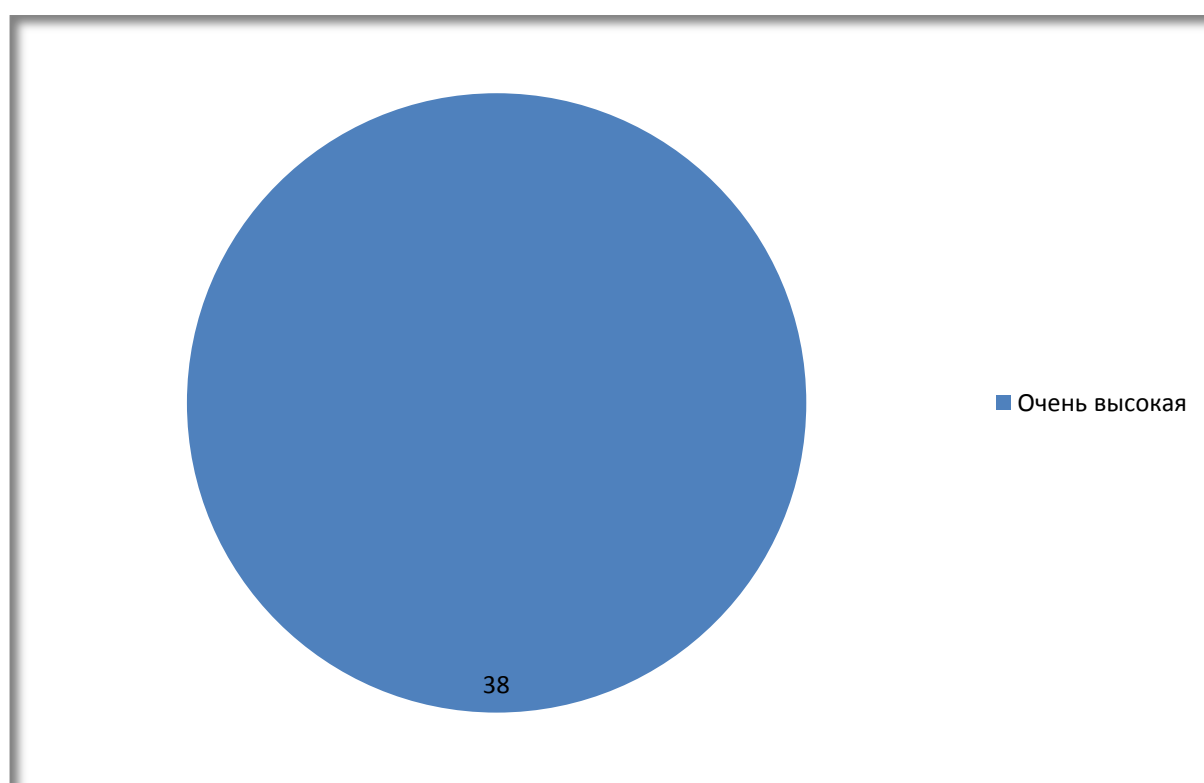


Рис. 30. Распределение деревьев крайних рядов биогрупп по вариантам жизнеспособности на 7ПП

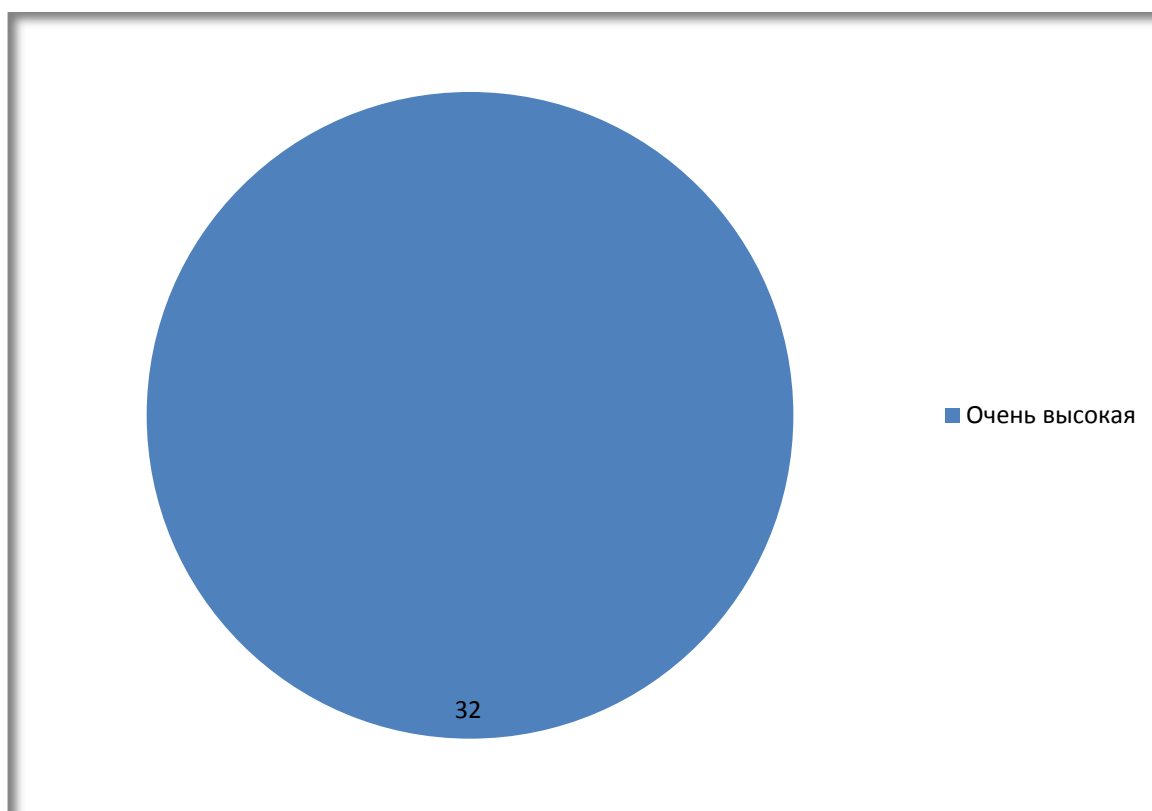


Рис. 31. Распределение деревьев крайних рядов биогрупп по вариантам жизнеспособности на 8ПП

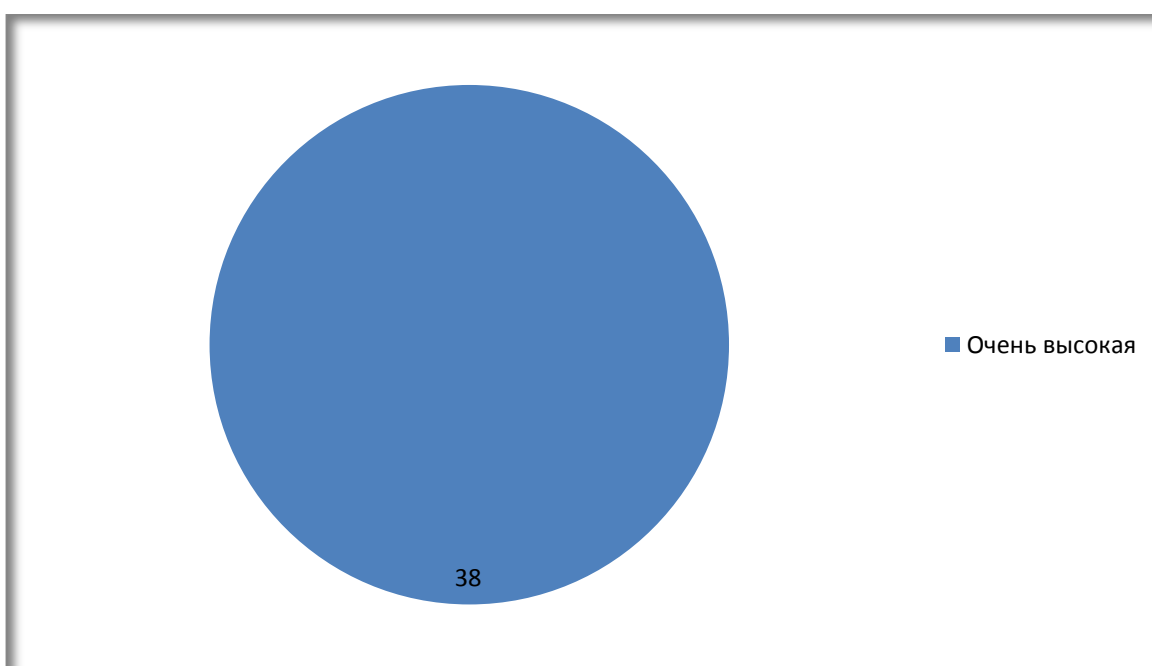


Рис. 32. Распределение деревьев крайних рядов биогрупп по вариантам жизнеспособности на 9ПП

В возрастном интервале от 21 года до 46 лет деревья крайних рядов биогрупп характеризуются только очень высокой жизнеспособностью. (Рис.27-32).

Таким образом, к возрасту в 46 лет в биогруппах все сохранившиеся деревья характеризуются очень высокой степенью жизнеспособности. Причиной данной тенденции является действие конкурентных механизмов и факторов окружающей среды (рис. 15-32).

Величина пропорции Н/Г не всегда адекватно отражает жизнеспособность деревьев вследствие своей инерционности и невозможности быстрых изменений. Данная величина использовалась нами для индикации медленно протекающих биологических процессов в биогруппах. Показатель жизнеспособности характеризует состояние экологических ниш на момент времени сбора биометрических параметров.

Таким образом, на рассмотренных нами пробных площадях деревья сосны обыкновенной, входящие в состав биогрупп, имеют достаточный потенциал для дальнейшего развития.

Сравнительный анализ жизнеспособности культур по рядам и биогрупп приведен в таблице 18.

Таблица 18. Сравнительный анализ жизнеспособности деревьев сосны обыкновенной в биогруппах и рядах

| № ПП | Возраст, лет | Показатели жизнеспособности | | |
|------|--------------|-------------------------------------|---------------------------------|---------------------------|
| | | деревьев центральных рядов биогрупп | деревьев крайних рядов биогрупп | деревьев посадок по рядам |
| 1 | 6 | 50 | 65 | 206 |
| 2 | 6 | 73 | 80 | 201 |
| 3 | 15 | 35 | 28 | 182 |
| 4 | 21 | 15 | 12 | 189 |
| 5 | 21 | 10 | 14 | 181 |
| 6 | 24 | 18 | 16 | 179 |
| 7 | 39 | 9 | 13 | 162 |
| 8 | 41 | 6 | 6 | 150 |
| 9 | 46 | 5 | 5 | 134 |

Таким образом, посадки по рядам характеризуются средней жизнеспособностью (в возрасте от 6 до 24 лет) и высокой (39-46 лет). Для биогрупп показатель жизнеспособности соответствует классу деревьев с очень высокой жизнеспособностью (6-46 лет). Жизнеспособность древостоя в целом и отдельных деревьев в частности определяется различными параметрами. Основные из них: способ лесовосстановления, размер биогрупп, биолого-экологические свойства главных пород.

Лесные культуры, заложенные биогруппами, в типе условий C_3 создают лесной фитоценоз, который характеризуется очень высокой жизнеспособностью и как следствие – высокой устойчивостью, то есть защитные механизмы биотической регуляции функционируют на достаточном уровне. Поскольку известна зависимость устойчивости от уровня биологического разнообразия, то при лесовосстановлении биогруппами уровень экосистемного разнообразия будет выше, чем при создании культур рядками (большой вклад в уровень биоразнообразия насаждений с присутствием биогрупп вносят фоновые породы, которые сохраняются при данном способе лесовосстановления; биогруппы по своей сути являются самодостаточными ценопопуляциями с достаточным уровнем гомеостаза, вклад которых в общее природное экосистемное разнообразие велик).

3.4 Влияние биотических факторов на формирование биогрупп

Поскольку мы изучаем лесные биогеоценозы, то необходимо рассмотреть фаунистическую составляющую исследуемого объекта. В данной главе рассмотрено влияние организмов-фитофагов на сосновые фитоценозы, поскольку изучение данного вопроса дает представление об устойчивости биосистем.

3.4.1 Влияние копытных животных на биогруппы и рядовые культуры

На территории Цнинского лесного массива обитают следующие копытные животные:

Лось – самый крупный представитель семейства оленьих, достигающий веса 500-600 кг. За счёт своих физических данных лось устойчив к таким природным факторам, как снежность, температурный режим, география ландшафтов, что также указывает на его пластичность.

В жизни лоса мозаичность и ремизность угодий играют важную роль. Если в период вегетации места укрытий и корм лоси находят практически везде, в любом лесу, то в зимний период, особенно во время холодов и метелей, они тяготеют к хвойным молоднякам, которые в узкий период жизни животного имеют достаточные запасы древесно-веточных кормов. Поэтому зимние стации данного вида теснейшим образом связаны с молодняками хвойных пород до 20-летнего возраста.

Из покрытой лесом площади лоси охотно посещают и кормятся в разреженных древостоях. Поэтому при одной и той же численности зверя, но при наличии в угодьях молодняков разной густоты, наибольший пресс, безусловно, будут испытывать изреженные насаждения

Большой пресс от лосей в зимнее время испытывают островные леса, урочища до 300 га. Такие участки, даже при их пригодности, целесообразно исключить из расчёта.

Косуля, этот вид в местах, благоприятных для обитания, является наиболее воспринимаемый объектом спортивной охоты по отношению к другим видам оленьих. Главное её преимущество в том, что при одном и том же объёме природных кормов, численность может в 3-7 раз превышать число лосей и оленей.

Косуля отличается от остальных копытных своей неприхотливостью в выборе корма. В условиях Центрально-Чернозёмных областей в рационе её отмечают 118 видов высших растений, из которых 25 видов приходится на древесно-кустарниковые растения. В различных частях ареала косуля использует для питания местные растения. Это говорит о широкой экологической пластичности вида. Суточная потребность в кормах у неё в разное время года не одинакова. Для зимнего времени поедаемый вес колеблется от 1 до 3,5 кг. За зимнее сутки косуля скусывает 1700-2000 побегов древесно-кустарниковых пород, что составляет 96% съеданного корма. Косулей наиболее часто поедаются бересклеты, клён остролистный, дуб, клён полевой, лещина, ильмовые, рябина, осина, ясень, то есть именно те породы, которые сохранены на фоне при создании культур биогруппами.

Кабан или дикая свинья – один из широко распространённых видов, населяющих практически всю Европу и большую часть Азии. Вид очень пластичен, быстро адаптируется даже в самых неожиданных условиях, поэтому в Центральном и Центрально-Чернозёмном районах освоил все лесорастительные условия.

В летнее время кабаны, как правило, ведут семейный образ жизни. В семье группируются свиноматки с поросятами настоящего и прошлого года, в большинстве своём одного генетического ядра. Поэтому в зависимости от кормности угодий, характера местности, фактора беспокойства семью образуют одна или несколько свиноматок с приплодом. Величина стада достигает 15-20 голов. Секачи (самцы) ведут одиночный образ жизни. Переходы в этот период незначительны и редко превышают 5-6 км. При достатке корма и отсутствии фактора беспокойства семья оседло проживает довольно долго на одной и той же территории. Но по мере оскудения кормовой базы семья расширяет территорию, а к периоду созревания зерновых и технических культур начинает выходить на сельхозугодия. Необходимо отметить, что если осенью имеется значительный урожай

плодовых деревьев, а, главное желудя, кабаны практически леса не покидают. Зимой кабаны по мере увеличения снегового покрова начинают образовывать значительные стада, до 20-50 особей разного пола. Сокращаются ежедневные переходы. Но при отсутствии кормов кабаны зачастую мигрируют в более кормные уголья или делают ежедневные выходы в поля, иногда на расстояние до 12-15 км. Кабаны в различное время года явно (как и выше рассмотренные виды) предпочитают культуры, созданные биогруппами. Также эти участки и более кормны, и лучшие по укрытости.

Таким образом, в поисках полноценного и разнообразного корма дикие животные из семейства оленьих (лось, олень, косуля) во все времена года посещают площади лесных насаждений, расположенных недалеко от своих местообитаний. Они повреждают лесные культуры или самосев, в которых обкусывают верхинки, ломают стволы, а у жердняков грызут кору. Размеры наносимых повреждений зависят, в первую очередь, от обеспеченности животных зимними кормами. На интенсивность повреждений оказывают влияние такие разнообразные природные и хозяйственные факторы, как высота снежного покрова, защитность угодий и тому подобное.

Выделено 4 вида повреждений деревьев :

- скусывание верхинного или замещающего верхину побега (рис.33, 34);
- объедание боковых побегов (рис.33);
- залом ствола;
- погрызы коры.



Рис. 33. Деревце сосны обыкновенной со скушенным осевым побегом и обглоданными боковыми ветвями (фото автора, 2012 год)



Рис. 34. Деревце сосны обыкновенной со скушенным осевым побегом (фото автора, 2012 год)

В рамках данного исследования нами производился подсчет деревьев сосны обыкновенной, повреждённых копытными животными на ПП1 и ПП2 и сравнение их с контрольными данными (за контроль нами принято такое же количество деревьев сосны обыкновенной в рядах, поврежденных копытными животными, в условиях С₃ и в возрасте 6 лет) (таблица 24).

Данные таблицы показывают, что в биогруппах в большей степени повреждаются деревья крайних рядов, потому что они создают своеобразный «барьер» при доступе копытных животных к деревьям центральных рядов. Сравнение количества повреждённых деревьев в биогруппах с контрольными данными показало, что копытными животными больше повреждаются деревья сосны обыкновенной, произрастающие в рядах.

Таблица 19. Количество деревьев сосны обыкновенной, повреждённых копытными в биогруппах

| № ПП | Возраст, лет | Учтено деревьев в биогруппах, шт. | Повреждено копытными в биогруппах, шт. | В том числе повреждено | | Контроль | |
|------|--------------|-----------------------------------|--|--------------------------|----------------------|-------------|-----------------|
| | | | | в центральных рядах, шт. | в крайних рядах, шт. | учтено, шт. | повреждено, шт. |
| 1 | 6 | 110 | 6 | 1 | 5 | 110 | 47 |
| 2 | 6 | 115 | 9 | 2 | 7 | 115 | 62 |

В биогруппах и культурах по рядам при изучении повреждений копытными учтено в общей сложности 450 деревьев в возрасте шести лет (табл. 19). Больше степенью повреждения характеризуются посадки по рядам, меньшей степенью – биогруппы. При учете деревьев крайних и центральных рядов, нами было замечено, что копытными животными повреждаются довольно часто деревья осины, произрастающие на фоне. В биогруппах степень повреждения невелика (менее 10 %, причём для центральных рядов характерно наличие меньшего количества повреждённых деревьев). Соотношение видов повреждений культур сосны обыкновенной копытными животными приведено в таблице 20.

Таблица 20. Соотношение видов повреждений для различных способов лесовосстановления

| № ПП | Возраст, лет | Соотношение различных видов повреждений, % | | | | | |
|---------|-----------------|--|-----------------------|-----------------------------|--|-----------------------|-----------------------------|
| | | культуры сосны обыкновенной в рядах | | | культуры сосны обыкновенной в биогруппах | | |
| | | Виды повреждений | | | Виды повреждений | | |
| | | Скусывание осевого побега | Заломы боковых ветвей | Обгладывание боковых ветвей | Скусывание осевого побега | Заломы боковых ветвей | Обгладывание боковых ветвей |
| 1 | 6 | 40 | 31 | 29 | - | 84 | 16 |
| 2 | 6 | 42 | 30 | 28 | - | 81 | 19 |

Чаще всего в условиях Цнинского лесничества Тамбовской области встречаются следующие повреждения: скусывание осевого побега, заломы и обгладывание боковых ветвей (табл.20). При этом в условиях биогрупп чаще всего встречается повреждение боковых ветвей. В посадках по рядам встречаются все три перечисленных вида повреждений, причём на долю скусывания осевого побега приходится не менее 40 % всех учтённых деревьев (на два остальных вида повреждения приходится примерно по 30%). Повреждение осевого побега приводит к формированию многовершинности. Заломы и обгладывания боковых ветвей препятствует нормальному развитию отдельных деревьев. Структура биогрупп позволяет деревьям центральных рядов оставаться защищёнными от повреждений копытными животными.

Таким образом, лесные культуры, созданные по биогруппам, менее повреждаются копытными животными в сравнении с посадками по рядам.

3.4.2 Влияние насекомых-фитофагов на биогруппы и рядовые посадки

Насекомые фитофаги являются важным биотическим фактором, который необходимо учитывать при изучении лесных сообществ. На формирование будущего молодого насаждения наибольшее отрицательное влияние оказывает сосновый подкорный клоп.

Сосновый подкорный клоп (*Aradus cinnamomeus* Panz.) — широко распространенный и опасный вредитель леса в европейской части России, в Сибири и на Дальнем Востоке. Он повреждает главным образом сосну обыкновенную, в большей степени молодняки (Валента, 1975). По исследованиям М. Д. Данилова и А. А. Краснова (1970), сосновый подкорный клоп наряду с высасыванием сока из живых тканей дерева выделяет токсические вещества, которые отрицательно сказываются на росте сосен. Сосновый подкорный клоп повреждает стволы деревьев, высасывая содержимое клеток живых тканей. В местах высасывания образуется раневая паренхима, прерывающая водопроводящие пути и препятствующая подаче воды из корней в крону. В начальной стадии повреждения на поверхности древесины под корой появляются серебристо-белые пятна, которые постепенно желтеют, а затем буреют. Под корой образуются различной величины полости, заполненные смолой. В дальнейшем кора растрескивается, образуя смолоточащие язвы. Прирост падает, побеги укорачиваются, вершина часто усыхает. Наибольший вред сосновый подкорный клоп наносит культурам, произрастающим в степной и лесостепной зонах. В лесной зоне он встречается в низкополнотных сосняках на бедных и сухих почвах и в семенных плантациях сосны, где расстояния между деревьями увеличены (Маслов, 1998, Харченко, 1986).

На основании исследований прошлых лет были сделаны следующие выводы (Данилов, Краснов, 1970): сосновый подкорный клоп относится к

светолюбивым видам. В сосняках, сомкнутость которых достигает 0,5—0,6, заселение клопами стволов варьирует и определяется местом нахождения деревьев. Наиболее плотно (43 шт/кв. дм) заселяются сосны, растущие южнее. По мере продвижения вглубь леса плотность поселения клопов на деревьях постепенно уменьшается и на расстоянии 20 м составляет лишь 3 особи/кв. дм.

Данные по обследованию деревьев биогрупп на зараженность сосновым подкорным клопом приведены в таблице 21. В пределах каждой возрастной группы было обследовано по 30 деревьев отдельно в биогруппах и в рядах. Количество подкорных клопов, приходящееся в среднем на один ствол биогрупп, характеризует рассматриваемый нами фитоценоз как слабо зараженный (табл.21). Максимальное количество подкорных клопов на один ствол встречается в возрасте 21 года (ПП4, ПП5), затем данный показатель уменьшается. Минимальное количество этих насекомых-фитофагов встречается на пробных площадях в возрасте 6 лет. С возраста в 39 лет зараженные подкорным клопом деревья сосны обыкновенной не выявлены.

В биогруппах сосны обыкновенной (6 лет - 24 года) подкорный клоп встречается чаще преимущественно в крайних рядах (более 90%). Данный факт объясняется большей степенью освещённости деревьев крайних рядов (Харченко, 1986).

Сравнение данных по численности соснового подкорного клопа в биогруппах и рядах, показывает, что деревья биогрупп заражены данным вредителем в меньшей степени (табл.21).

Таким образом, при лесовосстановлении биогруппами формируемое насаждение будет более устойчиво к воздействию таких насекомых-фитофагов, как подкорные клопы.

Таблица 21. Учет соснового подкорного клопа на ПП

| № ПП | Количество учтённых деревьев, шт. | Возраст, лет | Количество подкорных клопов в био группах, шт. | В том числе | | Количество подкорного клопа в био группах, шт./1 ствол | Количество подкорного клопа в рядах, шт./1 ствол |
|------|--|-----------------|--|--------------------------------|-------------------------------|--|--|
| | | | | в центральных рядах, шт. | в крайних рядах, шт. | | |
| 1 | 30 | 6 | 210 | 30 | 180 | 7 | 12 |
| 2 | 30 | 6 | 180 | 10 | 160 | 6 | 12 |
| 3 | 30 | 15 | 300 | 40 | 260 | 10 | 37 |
| 4 | 30 | 21 | 450 | 30 | 420 | 15 | 45 |
| 5 | 30 | 21 | 435 | 32 | 403 | 15 | 45 |
| 6 | 30 | 24 | 408 | 38 | 370 | 14 | 24 |
| 7 | 30 | 39 | Подкорный клоп не выявлен | | | | |
| 8 | 30 | 41 | | | | | |
| 9 | 30 | 46 | | | | | |

Также в условиях района исследования встречаются и другие виды насекомых фитофагов. Значительный вред лесным культурам сосны также наносят побеговьюны и рыжий сосновый пилильщик.

К побеговьюнам относят бабочек семейства Листовертки (Tortricidae), гусеницы которых являются вредителями, повреждающими почки и побеги различных сосен. В условиях Цнинского лесного массива чаще встречается побеговюон летний (*Rhyacionia duplana*) (рис35.).



Рис. 35. Повреждение молодых сосенок гусеницами летнего побеговюона (фото автора, 2012 год)

Рыжий сосновый пилильщик (*Neodiprion sertifer* Geoff.) повреждает преимущественно деревья сосны обыкновенной (рис.40). Особый вред наносят гусеницы, так как именно они поедают хвою до основания (Голуб, 2008). Вспышки массового размножения рыжего соснового пилильщика возникают при наличии благоприятных для него условий: теплая и сухая погода весной - в начале лета в течение нескольких лет подряд, наличие чистых сосновых насаждений, деревьев со сниженными защитными реакциями, неблагоприятные условия произрастания древостоев и так далее.

Поэтому заселенность сосняков рыжим сосновым пилильщиком вполне может служить индикатором их устойчивости (Вишнякова, 2010).

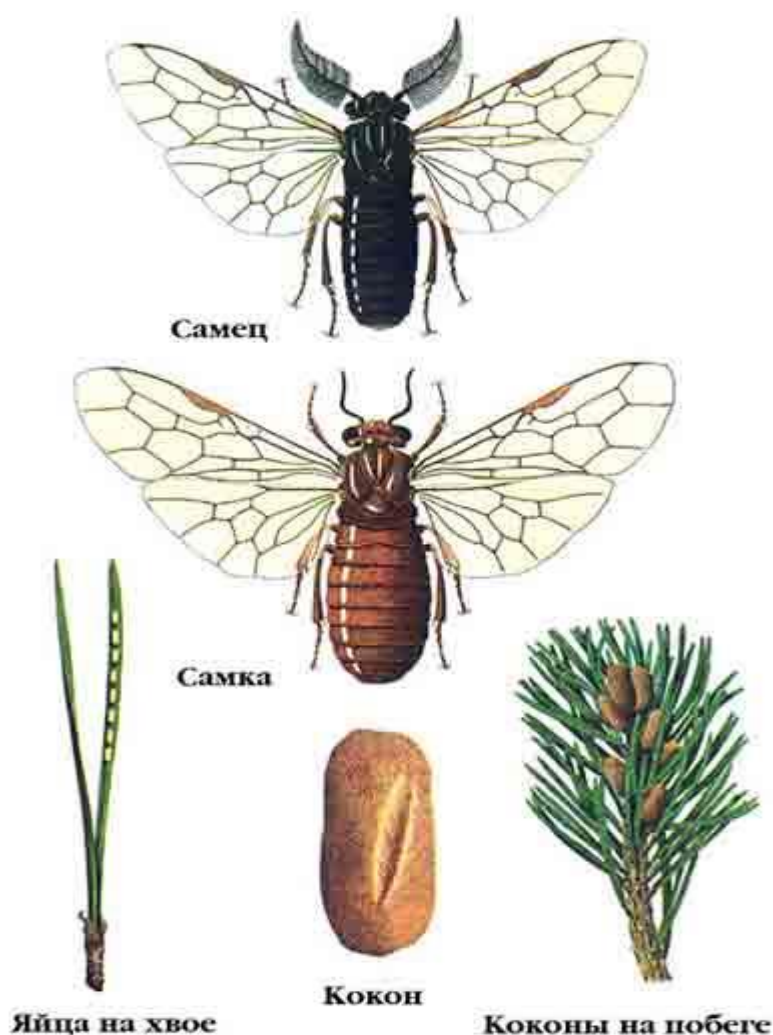


Рис. 36. Рыжий сосновый пилильщик: внешний вид, яйцекладка, коконы

По данным Тамбовского управления лесами на территории Цнинского лесничества за последние 7 лет не зафиксированы вспышки массового размножения насекомых-фитофагов.

По данным лесопатологического мониторинга ФБУ ЦЗЛ «Рязанской области» на территории Цнинского лесничества имеются только очаги болезней леса (таблица 22).

Таблица 22. Наличие очагов болезней сосны обыкновенной на территории Цнинского лесничества за период с 2007 по 2013 гг

| Наличие очагов болезней леса, га | <u>2007</u> 2008 | <u>2008</u> 2009 | <u>2009</u> 2010 | <u>2010</u> 2011 | <u>2011</u> 2012 | <u>2012</u> 2013 (на 01.11.2013) |
|----------------------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|--|
| Корневая губка | 164 | 164 | 127 | 105 | 87 | 77 |
| Ложный осиновый трутовик | 9 | 9 | 9 | 9 | 9 | 9 |
| Смоляной рак | 17 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| ВСЕГО | 190 | 173 | 136 | 114 | 96 | 86 |

По состоянию на 1 ноября 2013 года произошло уменьшение площади лесов, поражённых корневой губкой (табл.22). Причём очаги корневой губки зафиксированы в лесных культурах сосны обыкновенной, созданных рядами. В биогруппах заражения не выявлено, что очень важно на фоне массовых очагов поражения данной болезнью в Центральном Черноземье. Заражение деревьев смоляным раком отмечалось в 2007/2008 годах. Площадь очагов заражения ложным осиновым трутовиком с 2007 по 2013 гг не изменялась и составляет 9 гектар.

Таким образом, биогруппы сосны обыкновенной устойчивы к различным заболеваниям леса, в частности к корневой губке, что имеет очень важное значение.

3.5. Характеристика фоновых пород

Оценив биологическое разнообразие какого-либо сообщества, можно получить представление не только об устойчивости биосистем, но и о процессах биологической направленности протекающих в них (Лебедева, 2004). Не являются исключением и лесные фитоценозы искусственного происхождения, где каждая древесно-кустарниковая порода занимает определённую экологическую нишу. Таким образом, по рассчитанным

индексам биологического разнообразия можно будет судить о выполнении насаждением своих защитных функций.

В рамках данного исследования нами было рассчитано точечное α -разнообразие. Расчёты выполнены по формуле Шеннона, которая даёт наиболее полное представление о биологическом разнообразии в условиях искусственных сосновых фитоценозов Цнинского лесного массива. Нами были просчитаны индексы биоразнообразия отдельно для древесных пород и напочвенного покрова. Расчёты были произведены в сравнении с Контролем, которым послужили лесные культуры сосны обыкновенной искусственного происхождения в возрасте 46 лет, произрастающие в рядах.

Данные по расчёту показателей биоразнообразия древесных пород приведены в таблице 23.

Таблица 23. Показатели биологического разнообразия древесных пород

| № ПП | Возраст, лет | Индекс Шеннона, H' | Индекс выровненности | Индекс видового богатства |
|----------|--------------|----------------------|----------------------|---------------------------|
| 1 | 6 | 0,64 | 0,39 | 0,21 |
| 2 | 6 | 0,45 | 0,41 | 0,12 |
| 3 | 15 | 0,46 | 0,42 | 0,19 |
| 4 | 21 | 0,38 | 0,35 | 0,35 |
| 5 | 21 | 0,3 | 0,43 | 0,19 |
| 6 | 24 | 0,41 | 0,42 | 0,32 |
| 7 | 39 | 0,33 | 0,3 | 0,39 |
| 8 | 41 | 0,44 | 0,32 | 0,4 |
| 9 | 46 | 0,36 | 0,33 | 0,42 |
| Контроль | 46 | 0,1 | 0,14 | 0,13 |

Индекс Шеннона принимает максимальное значение в возрасте 6 лет. Значение данного показателя зависит в большей степени от состава древостоя на пробной площади. Минимальное значение индекса биоразнообразия отмечено в возрасте 21 года. Индекс выровненности имеет значение меньше 1. Колебания его по возрастам незначительны. Снижение с возрастом таких показателей, как индекс Шеннона и индекс выровненности, объясняется изменением видового состава древесных пород на фоне и

естественным процессом изреживания древостоя. Индекс видового богатства также изменяется с возрастом и максимальное значение принимает в 46 лет, что говорит о более богатом составе древесных пород, произрастающих на фоне в этом отрезке времени.

При сравнении с Контролем можно сделать вывод: рассчитанные показатели (индекс Шеннона, индекс выравненности, индекс видового богатства) для лесных культур, созданных биогруппами, гораздо выше, чем для лесных культур в рядах того же возраста (табл. 23).

Таким образом, лесные фитоценозы, где закладка лесных культур проводилась методом биогрупп, имеют более высокое точечное биологическое разнообразие древесно-кустарниковых пород. Соответственно с таким видовым составом насаждение будет выполнять экологические функции более устойчиво.

Наибольший вклад в формирование биоразнообразия вносят следующие древесно-кустарниковые породы, произрастающие на фоне:

Тополь дрожащий, или осина (*Populus tremula* L.) – типичный пионер леса и имеет большое значение в процессах смены древесных пород в лесах. В благоприятных эдафических условиях образует высокопроизводительные древостои. В насаждениях значительная часть стволов осины обычно повреждена сердцевидной гнилью, и деловой древесины осинники дают сравнительно мало (Булыгин, Ярмишко, 2001). На фоне тополь дрожащий встречается довольно часто. Устойчиво выполняет экологические функции. Ценной древесной породой не является. Осина относится к предпочитаемым кормам копытных животных, и её присутствие «на фоне» явно снижает повреждаемость сосны копытными животными.

Дуб черешчатый, или летний (*Quercus robur* L.) - является ценной древесной породой. Встречается на фоне довольно часто. Устойчиво и стабильно выполняет экологические функции. Копытными животными

практически не повреждается. Желуди дуба черешчатого являются наилучшим кормом для кабанов.

Берёза повислая, или бородавчатая, или поникшая (Betula pendula Roth., Betula verrucosa Ehrh.) –обладает высокой средообразующей способностью вследствие своей морфологии и биологических особенностей. Экологические функции выполняют устойчиво. Вносят большой вклад в формирование биоразнообразия всего биогеоценоза в целом.

Липа мелколистная, или сердцевидная (Tilia cordata Mill.) –улучшает почвенные условия. Вносит весомый вклад в формирование лесной среды и биоразнообразия.

Клён остролистный или платановидный (Acer platanoides L.) –является почвоулучшающей породой. Часто используется в лесоразведении как сопутствующая порода. На фоне встречается редко. Роль клёна остролистного в рассматриваемом сообществе незначительна.

На фоне встречается редко также и *клён ясенелистный или американский (Acer negundo L.)* - дерево второй величины. Данная древесная порода в условиях Цнинского лесничества не имеет естественных конкурентов. Оказывает отрицательное воздействие на другие лиственные породы.

Рябина обыкновенная (Sorbus aucuparia L.) –на фоне биогрупп встречается редко, в более старшем возрасте. Вносит небольшой вклад в формирование лесной среды. Улучшает кормовые условия в рассматриваемом биогеоценозе.

Особое значение среди подлесочных пород имеют: лещина, бересклет бородавчатый и калина обыкновенная.

Лещина обыкновенная или орешник (Corylus avellana L.) - является типичной подлесочной породой. Встречается на фоне часто. Плоды лещины имеют важное кормовое значение для видов животных и птиц.

Бересклет бородавчатый (Euonymus verrucosa Scop.) –встречается на фоне реже лещины.

Калина обыкновенная, или красная (Viburnum opulus L.) - встречается довольно редко.

Кроме того, очень редко на фоне встречаются следующие древесно-кустарниковые породы: вяз шершавый, яблоня лесная, крушина ломкая, рябина обыкновенная.

Значение фоновых пород следующее:

1. формируют лесную среду и особый микроклимат;
2. повышают биологическое разнообразие всего биогеоценоза в целом;
3. наличие фоновых пород предотвращает распространение корневой губки;
4. фоновые породы участвуют в формировании смешанного разновозрастного насаждения, которое отличается высокой устойчивостью;
5. некоторые фоновые породы улучшают почвенные условия, что благоприятно сказывается на биогруппах сосны обыкновенной;
6. улучшают кормовые и гнездовые условия среды обитания охотничьих ресурсов – лесной среды, особенно для копытных животных;
7. благодаря наличию фоновых лиственных пород, древостой сосны обыкновенной меньше повреждается копытными животными, корневой губкой,

3.6 Характеристика напочвенного покрова

Данные по напочвенному покрову биогрупп и фона приведены в таблице 24.

Таблица 24. Характеристика напочвенного покрова пробных площадей

| № ПП | Вид растения | Балл по шкале Браун-Бланке | Степень участия вида в проективном покрытии, % | Общее проективное покрытие, % | Возраст, лет |
|------|--|----------------------------|--|-------------------------------|--------------|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| 1 | На фоне Осока волосистая (<i>Carex pilosa</i>) | 4 | 62 | 62 | 6 |
| 2 | На фоне Осока волосистая (<i>Carex pilosa</i>) Орляк обыкновенный (<i>Pteridium aquilinum</i>) | 5 1 | 45 5 | 50 | 6 |
| 3 | Биогруппа Сныть обыкновенная (<i>Aegopodium podagraria</i>) Осока волосистая (<i>Carex pilosa</i>) Чистотел майский (<i>Chelidonium majus</i>) Звездчатка ланцетов. (<i>Stellaria holostea</i>) Будра плющевидная (<i>Glechoma hederacea</i>) | 3 3 1 1 1 | 25 25 5 5 5 | 65 | 15 |

Продолжение таблицы 24

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
|---|--|---------------------------------|------------------------------------|----------|----------|
| 3 | <p>На фоне</p> <p>Гравилат городской (<i>Geum urbanum</i>)</p> <p>Мышиный горошек (<i>Vicia cracca</i>)</p> <p>Крапива двудомная (<i>Urtica dioica</i>)</p> <p>Клевер луговой (<i>Trifolium pratense</i>)</p> <p>Медуница неясная (<i>Pulmonaria obsura</i>)</p> | 2 2 3 2 1 | 20 20 30 10 5 | 85 | 15 |
| 4 | <p>Биогруппа</p> <p>Осока волосистая (<i>Carex pilosa</i>)</p> <p>Копытень европейский (<i>Asarum europaeum</i>)</p> <p>На фоне</p> <p>Осока волосистая (<i>Carex pilosa</i>)</p> <p>Земляника лесная (<i>Fragaria vesca</i>)</p> <p>Купена лекарственная (<i>Polygonatum officinale</i>)</p> <p>Сныть обыкновенная (<i>Aegopodium podagraria</i>)</p> <p>Копытень европейский (<i>Asarum europaeum</i>)</p> | 4 1 4 2 1 1 1 | 60 5 50 15 5 5 5 | 65 80 | 21 21 |

Продолжение таблицы 24

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
|---|---|--|--|---------------------|---------------------|
| 5 | <p>Биогруппа</p> <p>Осока волосистая (<i>Carex pilosa</i>)</p> <p>Сныть обыкновенная (<i>Aegopodium podagraria</i>)</p> <p>Сочевичник весенний (<i>Orobus vernus</i>)</p> <p>На фоне</p> <p>Осока волосистая (<i>Carex pilosa</i>)</p> <p>Сныть обыкновенная (<i>Aegopodium podagraria</i>)</p> <p>Звездчатка ланцетов. (<i>Stellaria holostea</i>)</p> <p>Земляника лесная (<i>Fragaria vesca</i>)</p> | <p>4</p> <p>2</p> <p>1</p> <p>3</p> <p>3</p> <p>1</p> <p>1</p> | <p>50</p> <p>10</p> <p>5</p> <p>40</p> <p>25</p> <p>5</p> <p>5</p> | <p>65</p> <p>75</p> | <p>21</p> <p>21</p> |
| 6 | <p>Биогруппа</p> <p>Осока волосистая (<i>Carex pilosa</i>)</p> <p>Сныть обыкновенная (<i>Aegopodium podagraria</i>)</p> <p>Купена лекарственная (<i>Polygonatum officinale</i>)</p> <p>На фоне</p> <p>Осока волосистая (<i>Carex pilosa</i>)</p> <p>Сныть обыкновенная (<i>Aegopodium podagraria</i>)</p> <p>Купена лекарственная (<i>Polygonatum officinale</i>)</p> | <p>4</p> <p>2</p> <p>1</p> <p>4</p> <p>2</p> <p>1</p> | <p>50</p> <p>15</p> <p>5</p> <p>60</p> <p>20</p> <p>5</p> | <p>70</p> <p>85</p> | <p>24</p> <p>24</p> |

Продолжение таблицы 24

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
|---|---|---|---|---------------------|---------------------|
| 7 | <p>Биогруппа</p> <p>Осока волосистая (<i>Carex pilosa</i>)</p> <p>Сныть обыкновенная (<i>Aegorodium podagraria</i>)</p> <p>Копытень европейский (<i>Asarum europaicum</i>)</p> <p>Медуница неясная (<i>Pulmonaria obsura</i>)</p> <p>На фоне</p> <p>Осока волосистая (<i>Carex pilosa</i>)</p> <p>Копытень европейский (<i>Asarum europaicum</i>)</p> <p>Будра плющевидная (<i>Glechoma hederacea</i>)</p> <p>Фиалка удивительная (<i>Viola mirabilis</i>)</p> <p>Медуница неясная (<i>Pulmonaria obsura</i>)</p> <p>Земляника лесная (<i>Fragaria vesca</i>)</p> <p>Ясменник пахучий (<i>Asperula odorata</i>)</p> | <p>3</p> <p>2</p> <p>1</p> <p>1</p> <p>4</p> <p>1</p> <p>1</p> <p>1</p> <p>1</p> <p>1</p> <p>1</p> <p>1</p> | <p>40</p> <p>20</p> <p>5</p> <p>5</p> <p>50</p> <p>5</p> <p>5</p> <p>5</p> <p>5</p> <p>5</p> <p>5</p> | <p>70</p> <p>80</p> | <p>39</p> <p>39</p> |
| 8 | <p>Биогруппа</p> <p>Копытень европейский (<i>Asarum europaicum</i>)</p> <p>Медуница неясная (<i>Pulmonaria obsura</i>)</p> <p>Купена лекарственная (<i>Polygonatum officinale</i>)</p> <p>Ясменник пахучий (<i>Asperula odorata</i>)</p> | <p>3</p> <p>3</p> <p>1</p> <p>1</p> | <p>30</p> <p>30</p> <p>5</p> <p>5</p> | <p>70</p> | <p>41</p> |

Окончание таблицы 24

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
|---|--|-----------------------|--------------------------|------------------|------------------|
| 8 | На фоне Осока волосистая (<i>Carex pilosa</i>) Копытень европейский (<i>Asarum europaeum</i>) Звездчатка ланцетов. (<i>Stellaria holostea</i>) Ясменник пахучий (<i>Asperula odorata</i>) Купена лекарственная (<i>Polygonatum officinale</i>) | 3 3 2 1 1 | 40 30 10 5 5 | 90 | 41 |
| 9 | Биогруппа Ясменник пахучий (<i>Asperula odorata</i>) Копытень европейский (<i>Asarum europaeum</i>) Медуница неясная (<i>Pulmonaria obsura</i>) На фоне Осока волосистая (<i>Carex pilosa</i>) Купена лекарственная (<i>Polygonatum officinale</i>) | 3 3 2 2 | 30 30 20 10 | 80 90 | 46 46 |

Общее проективное покрытие в биогруппах и на фоне меняется с возрастом. Для биогрупп в возрасте 6 лет (ПП1, ПП2) характерно наличие напочвенного покрова только на фоне. Общее проективное покрытие больше для растений, образующих живой напочвенный покров на фоне (15-46 лет) (табл. 24). Максимальное разнообразие растений, образующих напочвенный покров отмечено в возрасте 39 лет, минимальное – 6 лет.

Виды, отмеченные на пробных площадях относятся к двум основным эколого-ценотическим группам – бореальные (осока волосистая, гравилат городской, звездчатка ланцетовидная, земляника лесная, фиалка удивительная и др.) и неморальные (копытень европейский, купена лекарственная, сныть обыкновенная, медуница неясная и др.).

Наибольший вклад в биоразнообразии вносят растения, составляющие живой напочвенный покров на фоне.

В процессе проведения данного исследования были также рассчитаны индексы биоразнообразия для напочвенного покрова. Расчётные данные приведены в таблице 25.

Таблица 25. Показатели биологического разнообразия живого напочвенного покрова

| № ПП | Возраст, лет | Индекс Шеннона, H' | Индекс выровненности |
|----------|--------------|----------------------|----------------------|
| 1 | 2 | 3 | 4 |
| 1 | 6 | 0,13 | - |
| 2 | 6 | 0,22 | 0,32 |
| 3 | 15 | 1,10 | 0,48 |
| 4 | 21 | 0,46 | 0,29 |
| 5 | 21 | 0,49 | 0,30 |
| 6 | 24 | 0,34 | 0,31 |
| 7 | 39 | 0,69 | 0,33 |
| 8 | 41 | 0,70 | 0,39 |
| 9 | 46 | 0,63 | 0,39 |
| Контроль | 46 | 0,42 | 0,30 |

Индекс биологического разнообразия Шеннона изменяется с возрастом и принимает максимальное и минимальное значения в 15 и 6 лет соответственно (табл.29). Индекс выровненности изменяется в пределах от 0,29 до 0,48. Большой вклад в формирование биоразнообразия напочвенного покрова рассматриваемого фитоценоза вносят травянистые растения, произрастающие на фоне. В возрасте 6-ти лет на пробных площадях отмечено максимально два вида растений: осока волосистая и орляк обыкновенный.

В 46-нем возрасте индекс Шеннона составляет 0,63, что меньше чем в 15 лет. Данный факт объясняется размерами биогрупп (для 15 лет размеры равны 3,5x2 м, а для 46 лет 2x2 м).

В сравнении культурами в рядах биогруппы в возрасте 46 лет имеют более высокий индекс биоразнообразия Шеннона, что свидетельствует о большем разнообразии почвенного покрова рассматриваемых нами фитоценозов. Почвенный покров на фоне не формируется заново, а сохраняется при данном способе производства лесных культур.

Таким образом, сохранение лесной среды при лесовосстановлении биогруппами имеют решающее значение в формировании лесного фитоценоза и вносит большой вклад в формирование экосистемного биоразнообразия.

Глава 4. Математическое моделирование процессов хода роста в биогруппах

Поскольку лесовосстановление биогруппами в Центральной лесостепи не нашло широкого применения и лесные культуры, созданные биогруппами по своим биометрическим параметрам существенно отличаются от лесных культур, созданных рядками, то необходимо в рамках данного исследования произвести сравнительный анализ хода роста деревьев сосны обыкновенной в пределах биогрупп и рядов в Цнинском лесничестве Тамбовской области.

Биометрические параметры деревьев биогрупп и культур в рядах получены в результате полевых исследований и статистически обработаны.

На основании данных были построены кривые, описывающие диаметр и высоту насаждения в зависимости от возраста для рядовых посадок (рис.37,38).

Полученные модели дали представляют собой полиномиальную зависимость биометрических параметров древостоя от возраста.

В рамках данного исследования показателем устойчивости биогрупп и возможности формирования экосистемного биоразнообразия являются также биометрические параметры, которые необходимо сравнить с данными рядовых посадок. Сравнительные данные приведены в таблицах 26 и 27.

Таблица 26. Соотношение высот деревьев, произрастающих в биогруппах, к деревьям, посаженным рядками

| № ПП | Возраст, лет | Средняя высота рядовых культур, м | Средняя высота деревьев биогрупп, м | Процент опережения деревьев бонитета 1, % |
|------|--------------|-----------------------------------|-------------------------------------|---|
| 1 | 6 | 2,75 | 1,45 | -47,10 |
| 2 | 6 | 2,75 | 2,26 | -17,98 |
| 3 | 15 | 6,79 | 8,04 | 18,32 |
| 4 | 21 | 9,30 | 10,12 | 8,89 |
| 5 | 21 | 9,30 | 11,15 | 19,85 |
| 6 | 24 | 10,49 | 10,66 | 1,60 |
| 7 | 39 | 15,91 | 22,94 | 44,18 |
| 8 | 41 | 16,56 | 20,10 | 21,39 |
| 9 | 46 | 18,11 | 20,88 | 15,30 |

Таблица 27. Соотношение диаметров деревьев, произрастающих в биогруппах, к деревьям, посаженным рядами

| № ПП | Возраст, лет | Средний диаметр рядовых культур, см | Средний диаметр деревьев биогруппах, см | Процент опережения деревьев бонитета 1, % |
|------|--------------|-------------------------------------|---|---|
| 1 | 6 | 2,97 | 2,18 | -26,65 |
| 2 | 6 | 2,97 | 2,24 | -24,47 |
| 3 | 15 | 6,66 | 7,98 | 19,73 |
| 4 | 21 | 9,05 | 10,48 | 15,76 |
| 5 | 21 | 9,05 | 12,02 | 32,81 |
| 6 | 24 | 10,22 | 11,66 | 14,08 |
| 7 | 39 | 15,87 | 18,72 | 17,95 |
| 8 | 41 | 16,59 | 20,96 | 26,29 |
| 9 | 46 | 18,38 | 24,34 | 32,44 |

1. Для деревьев биогрупп в возрасте 6 лет (пробные площади 1 и 2) характерно отставание в росте от деревьев, произрастающих в рядках по высоте и диаметру. Максимально различается рост по высоте. Среднее отклонение для значений высот для возраста в 6 лет составляет примерно 30 %;
2. В возрастном интервале от 15 до 46 лет для деревьев биогрупп характерно преобладание в росте по диаметру и высоте над деревьями, произрастающими в рядках (ПП 3-9). Минимально деревья биогрупп отличаются от рядовых лесных культур по высотам и диаметрам соответственно примерно на 2% (24 года) и 14% (24 года). Максимальное опережение в росте составляет соответственно: для высот 19,85%(21 год) и для диаметров 32,81% (21 год).

Модели роста нормального древостоя по диаметрам и высотам носят вид полиномиальной зависимости. Коэффициент аппроксимации близок к единице (рис.37,38).

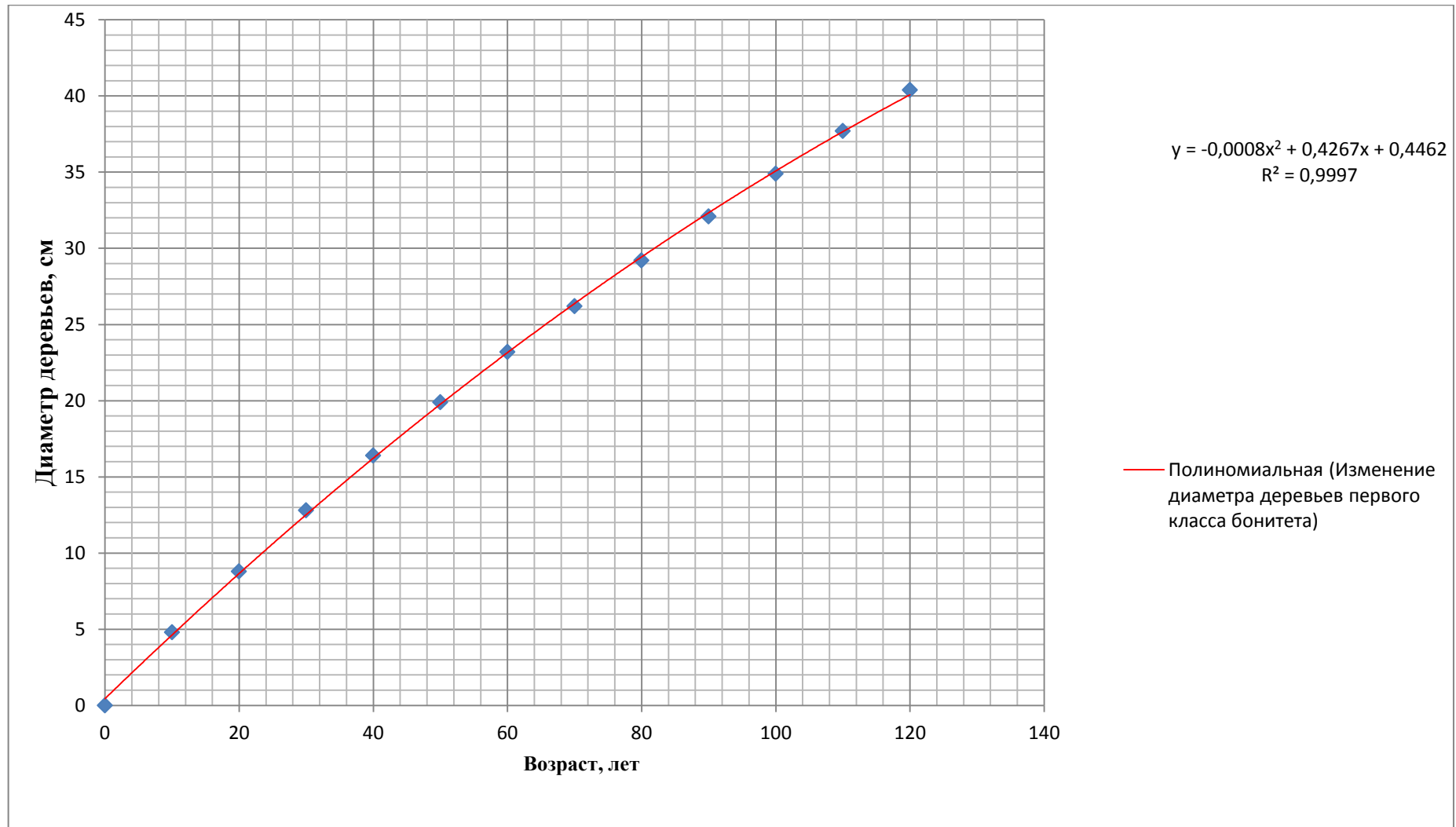


Рис. 37. Зависимость диаметра культур по рядам от возраста

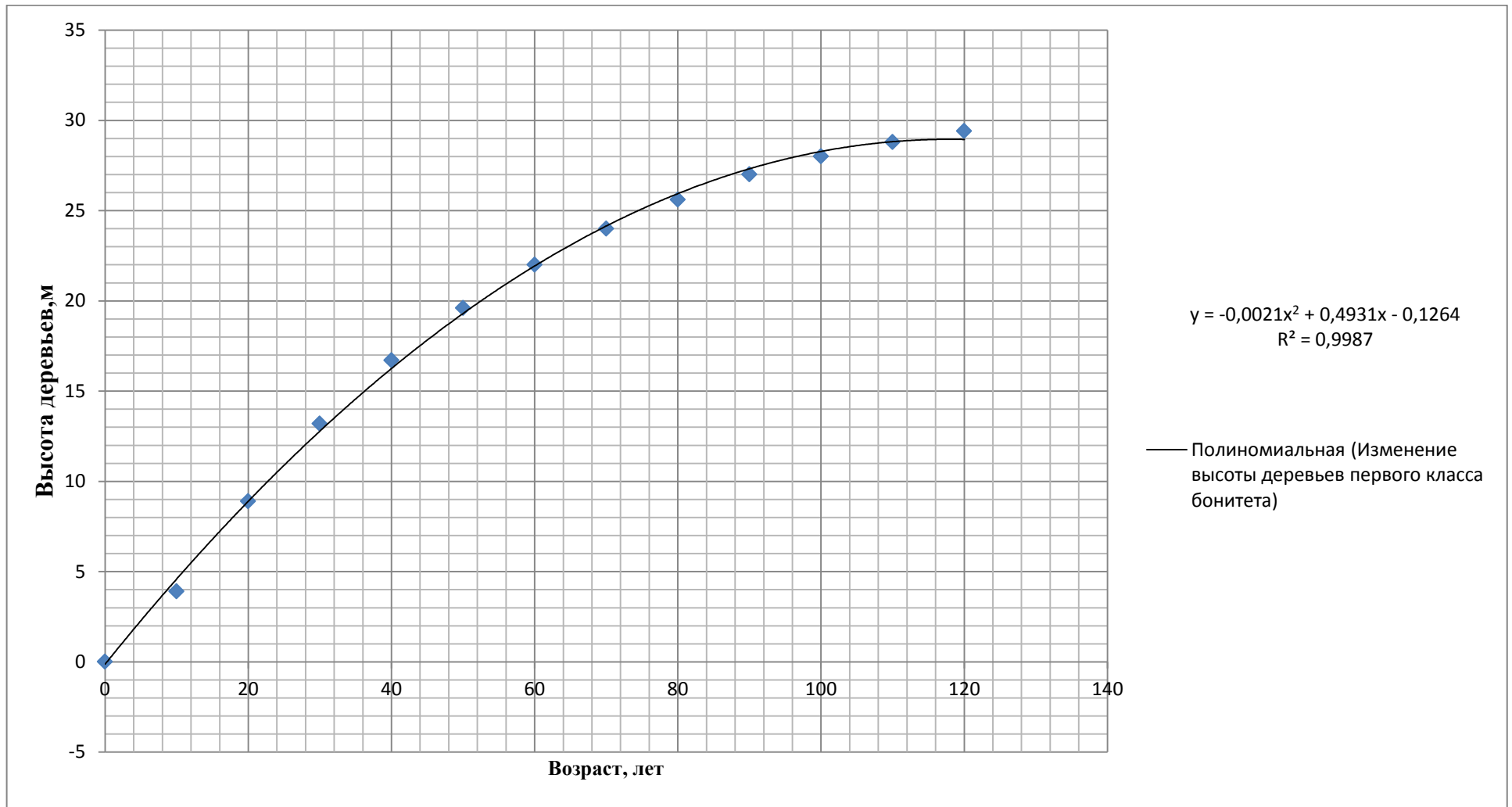


Рис. 38. Зависимость высот культур по рядам от возраста

Биогруппы сосны обыкновенной в уже в 6-летнем возрасте содержат в своем составе, деревья уже частично дифференцированные по силе роста. Ход протекания естественных процессов в лесных экосистемах имеет следующую направленность: кульминацией развития является стабилизированное сообщество, имеющее максимальный прирост по биомассе. Поскольку лесные экосистемы являются по своей сути открытыми, то максимальной эффективностью рассеивания энергии обладают климаксовые сообщества, в которых баланс синтеза и разложения органических веществ сводится к нулю. Согласно учению Клементса, стадия климакса наступает в том случае, если при преобразовании организмами среды их обитания, конкурентные отношения между ними стабилизировались. Для сохранения природного биологического разнообразия необходимо предотвращение преждевременного запуска нового этапа когерентной эволюции – биогеоценотического кризиса (Красилов, 1969,1986, 1987,1990). В рассматриваемом сообществе более устойчиво свои экологические функции выполняют биогруппы, поэтому мы предполагаем, что в биогруппах климаксовая стадия настанет позднее, чем в рядовых насаждениях (это обеспечивается естественным ходом процессов, протекающих в насаждении и способом создания лесных культур).

На рисунках 39,40 представлены модели хода роста деревьев биогрупп по диаметрам и высотам в сравнении с культурами по рядам.

Деревья сосны обыкновенной, созданные по рядам, имеют более высокий потенциал роста по высоте и диаметру до возраста в 7-8 лет. После смыкания биогрупп (этот возраст примерно составляет 7-8 лет) ситуация меняется: деревья биогрупп преобладают в росте по высоте и диаметру.

Деревья центральных рядов биогрупп имеют тенденции к большему росту по высоте, деревья крайних рядов биогрупп преобладают, в основном по диаметру. В биогруппах, особенно в более молодом возрасте, имеются деревья, отнесённые нами к различным классам роста. Их количество в пределах биогрупп на пробных площадях варьирует.

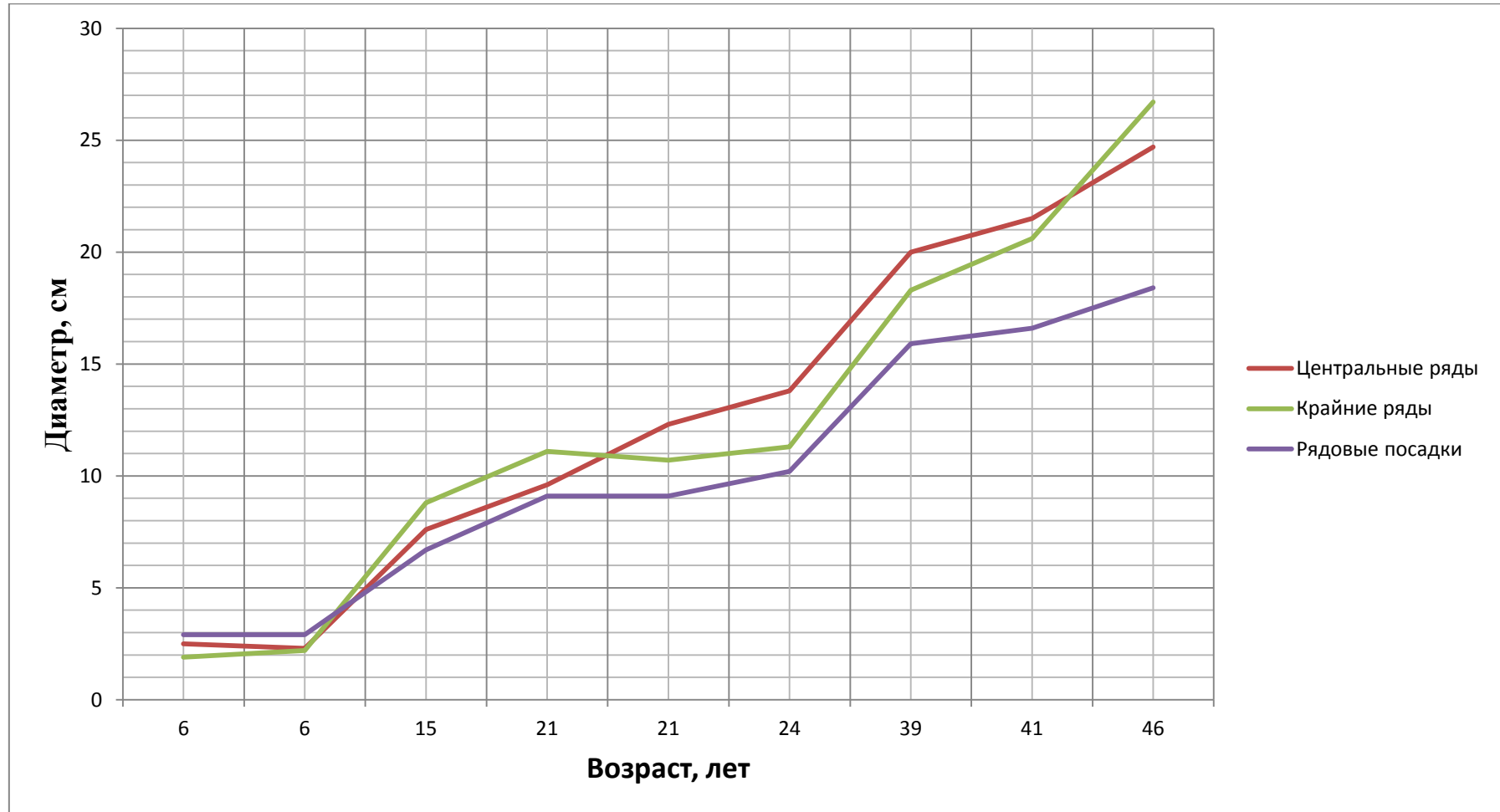


Рис. 39. Ход роста по диаметру деревьев, созданных био группами и по рядам

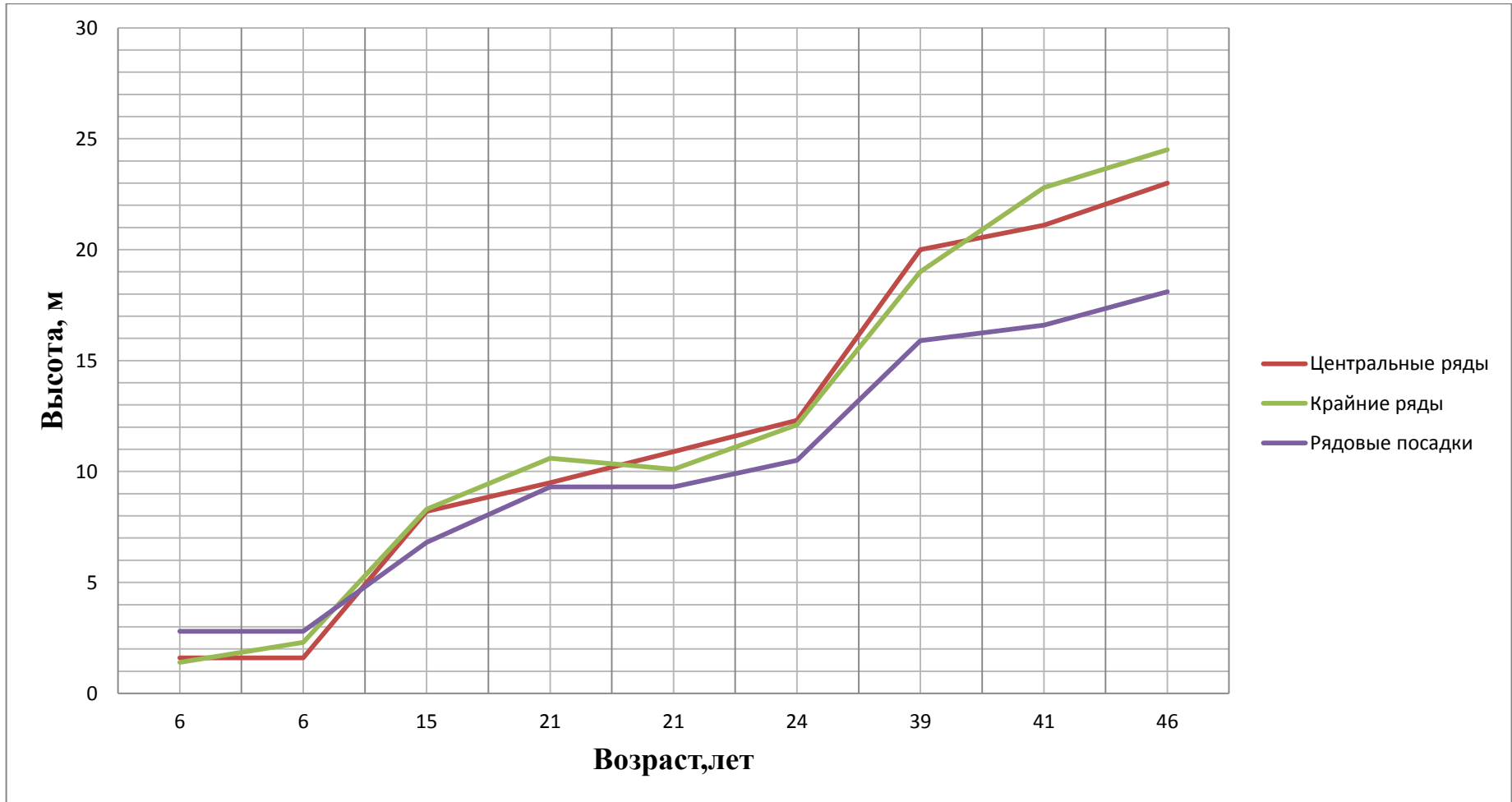


Рис. 40. Ход роста по высоте деревьев, созданных био группами и по рядам

Биогруппы и посадки по рядам характеризуется одинаковой направленностью биологических процессов. Однако скорость течения этих процессов неодинакова, и зависит от потенциала экосистемы в целом и ее составных частей в частности. Как известно, сукцессионный процесс невозможно остановить (Красилов, 1990). Возможно, лишь его замедлить внешними возмущающими факторами.

Основой функционирования каждой биогруппы деревьев сосны обыкновенной являются механизмы биотической регуляции. Биотическая регуляция окружающей среды – *biotic regulation of environment* – формирование, регулирование и стабилизация биотой окружающей среды для ее оптимизации в интересах жизни. В рамках концепции биотической регуляции главным свойством жизни является способность видов организмов к выполнению работы по поддержанию пригодных для жизни условий окружающей среды. Жизнь основана на биохимических реакциях синтеза и разложения, преобразующих неорганические вещества в органические и обратно (Горшков, 2000).

На основании исходных данных построены модели роста деревьев биогрупп по диаметрам и высотам в зависимости от возраста (рис. 41-44). Модели носят вид полиномиальной зависимости с коэффициентом аппроксимации, близким к 1.

Следующим шагом исследования стало построение моделей хода роста для биогруппы в целом (рис.45-46). Функция, отражающая ход роста биогрупп по основным биометрическим параметрам имеет вид полиномиальной зависимости с высоким коэффициентом аппроксимации.

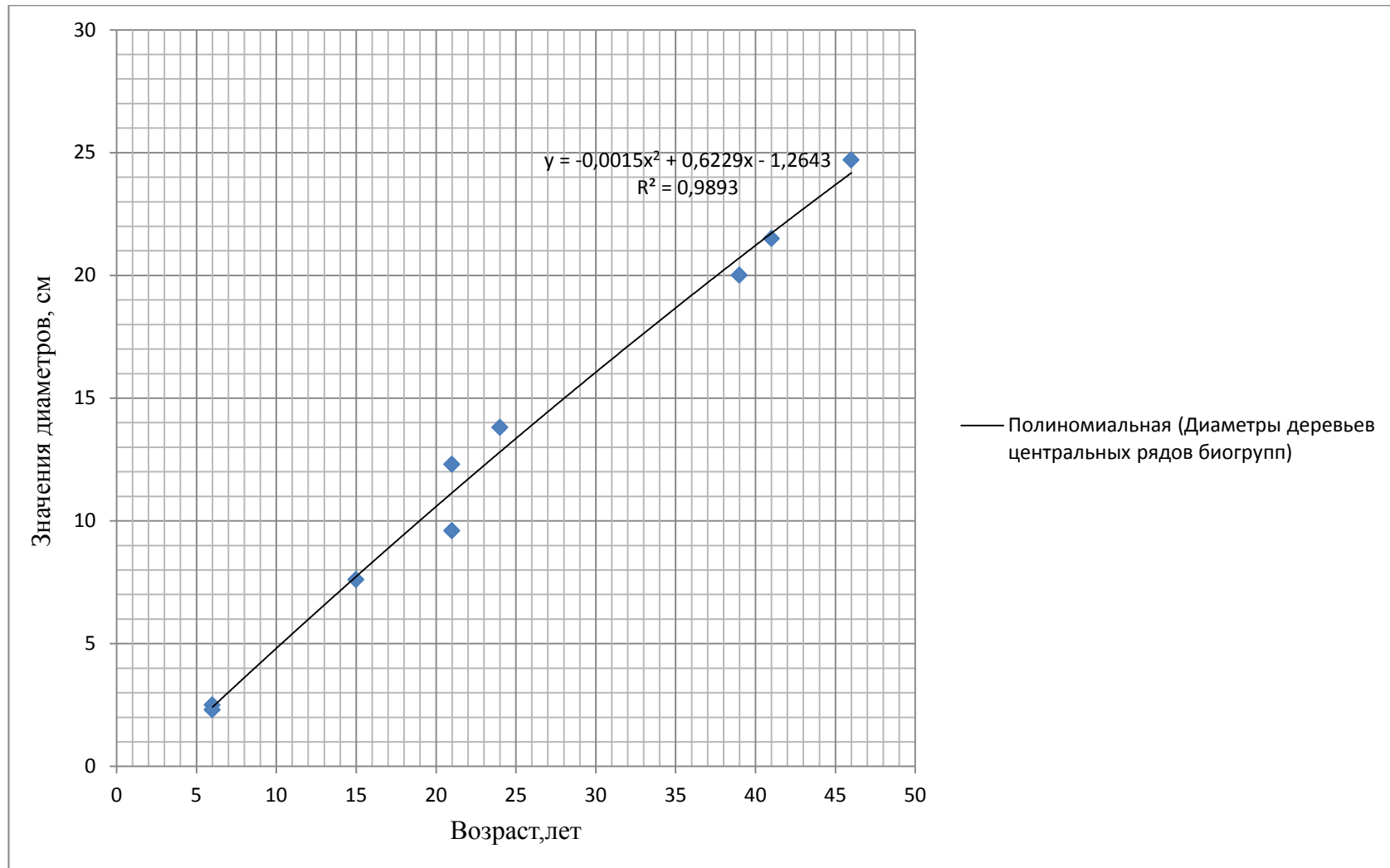


Рис. 41. Модель роста деревьев центральных рядов био групп по диаметру в зависимости от возраста

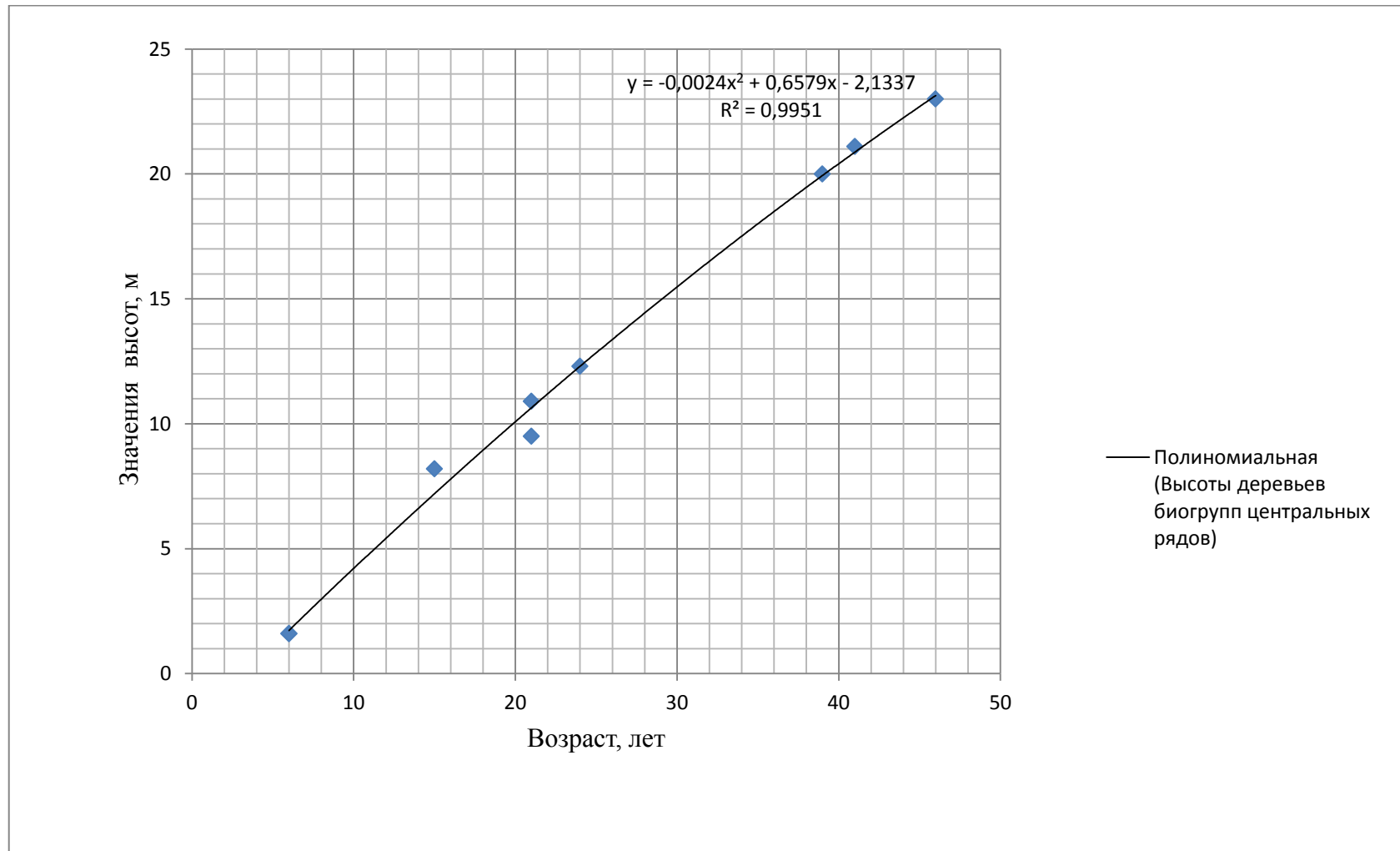


Рис. 42. Модель роста деревьев центральных рядов био групп по высоте в зависимости от возраста

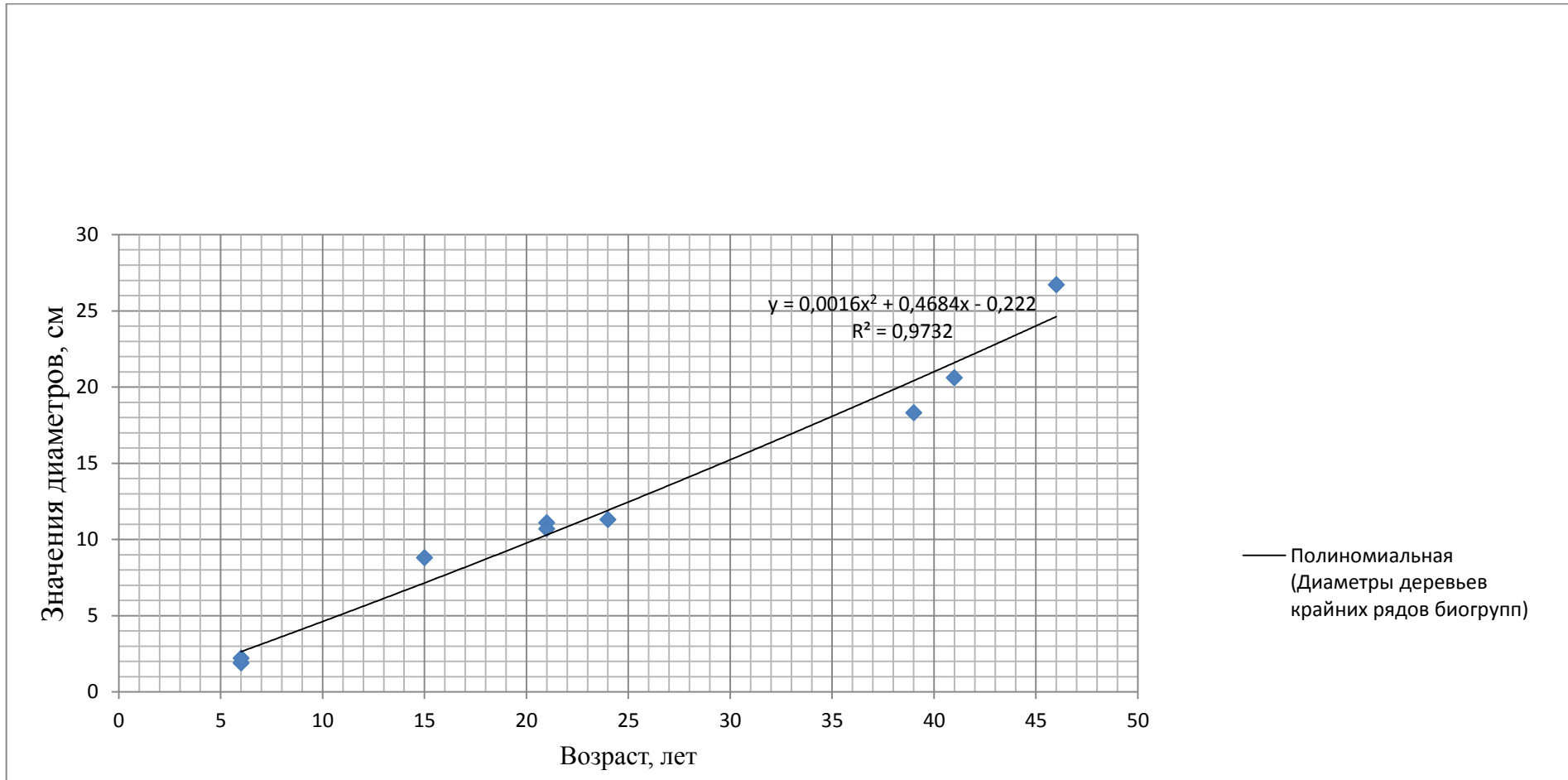


Рис. 43. Модель роста деревьев крайних рядов биогрупп по диаметру в зависимости от возраста

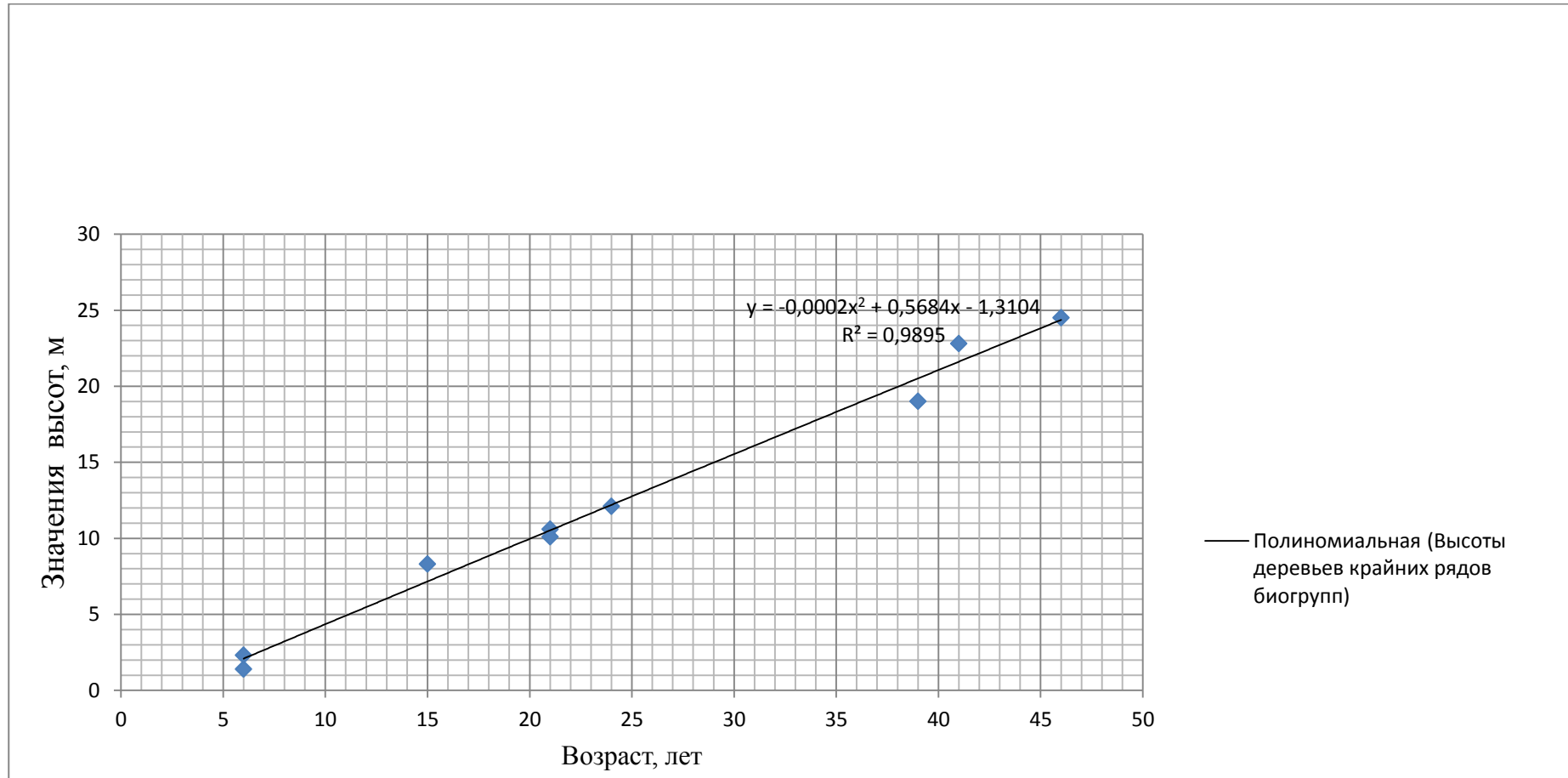


Рис. 44. Модель роста деревьев крайних рядов биогрупп по высоте в зависимости от возраста

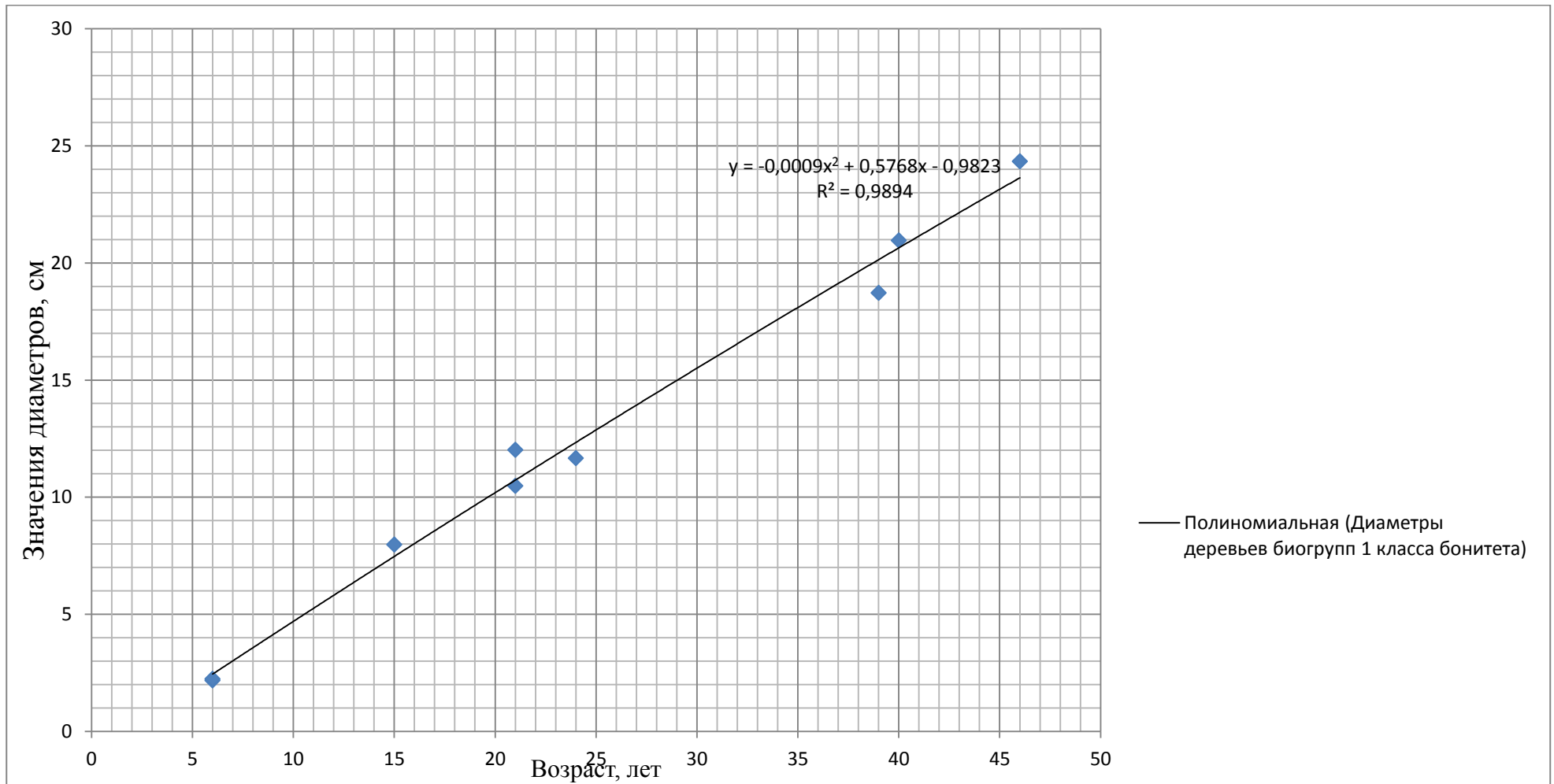


Рис. 45. Модель хода роста деревьев био групп по диаметру

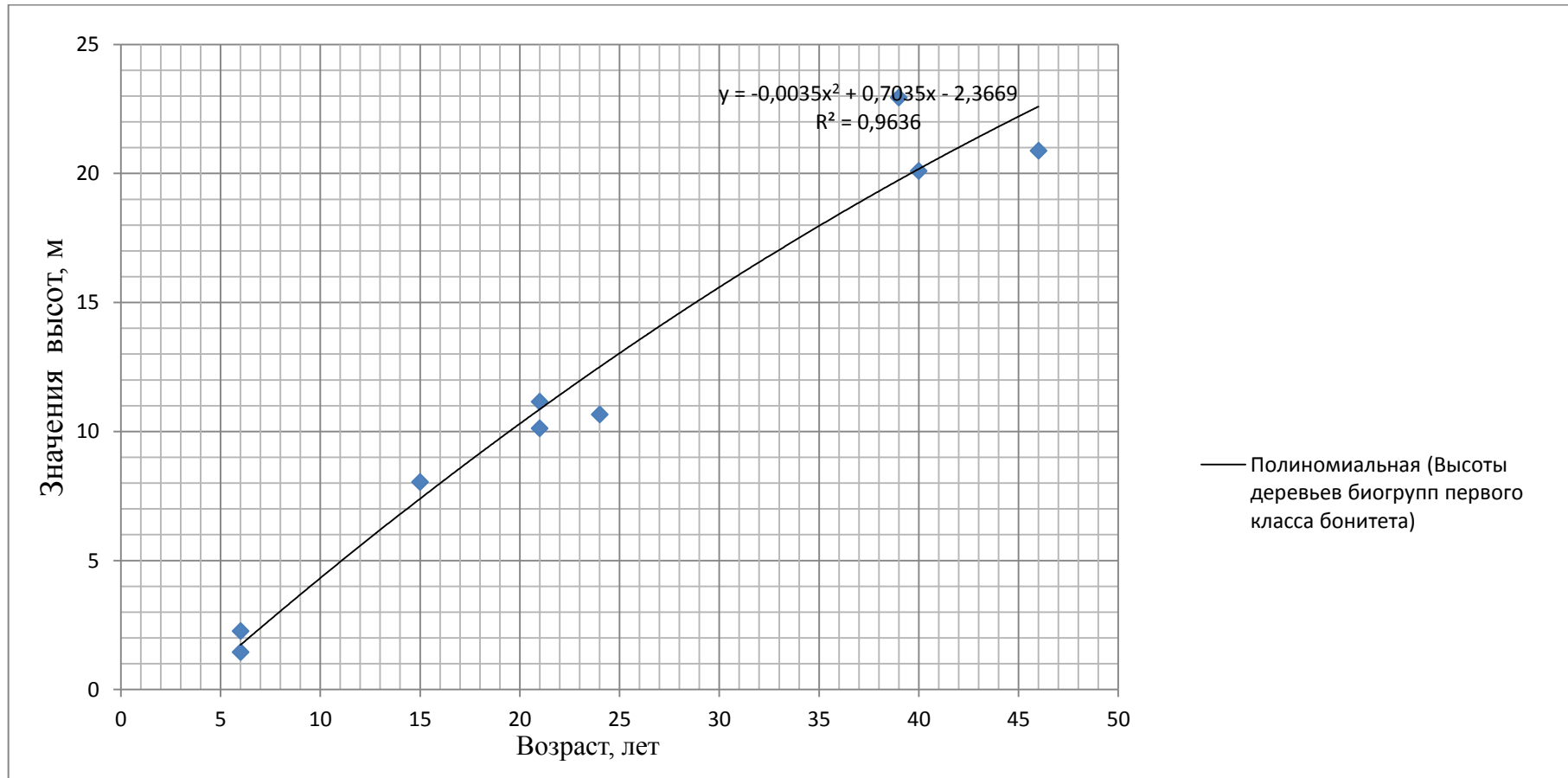


Рис. 46. Модель хода роста деревьев биогрупп по высоте

В результате исследования получены следующие уравнения, описывающие развитие лесных культур сосны обыкновенной по диаметрам и высотам:

Для культур по рядам:

$$D_{cp} = -0,0008x^2 + 0,4267x + 0,4462 \quad (5)$$

$$H_{cp} = -0,0021x^2 + 0,4931x - 0,1264 \quad (6)$$

Для биогрупп:

$$D_{cp} = -0,0009x^2 + 0,5768x - 0,9823 \quad (7)$$

$$H_{cp} = -0,0035x^2 + 0,7035x - 2,3669 \quad (8)$$

Общий вид зависимости представляет собой уравнение:

$$y = -ax^2 + bx - c \quad (9)$$

С точки зрения геометрического смысла производной (Пискунов, 1996) производная от y (обозначим её как коэффициентом k), будет равна:

$$k = -2ax + b, \quad (10)$$

где b – коэффициент роста.

Таким образом, рассматриваемый коэффициент больше для моделей биогрупп по сравнению с моделями рядовых посадок. Поскольку аргументом данной функции является возраст, то величина коэффициента k будет определяться величиной коэффициента b . Следовательно, деревья биогрупп имеют более высокий коэффициент роста (для диаметров 0,5768 и 0,7035 для высот), что и определяет их устойчивость и способность стабильно выполнять экологические функции.

Глава 5. Методические рекомендации при создании лесных культур биогруппами

К основным этапам, обеспечивающих интенсивный рост лесных культур относятся следующие:

1. подбор площадей с плодородными почвами;
2. дифференцированная по регионам и лесорастительным условиям агротехника обработки почвы;
3. использование определённого посадочного материала;
4. обеспечение защиты от конкурирующей растительности, вредителей и болезней;
5. реализация режимов оптимальной густоты, интегрированных по стадиям развития. В сухих условиях местообитаний (особенно в степной и лесостепной зонах) более высокая интенсивность роста может быть достигнута проведением агротехнических уходов, цель которых – улучшение водного режима. (Романов, Ерёмин, Мухортов 2007).

Основными факторами жизни растений, которые необходимо учитывать на стадии формирования молодняка являются свет, питательные вещества, и влага. В это время, с биологической точки зрения, в культурах возникает необходимость систематически удалять быстрорастущие древесные породы рубками ухода (осветлениями, прочистками), расширяя площадь светового и почвенного питания растений, пока основная древесная порода не достигнет высоты, естественно возобновившимися лиственных породам и не будут способна образовать верхний ярус насаждения.

Проблема выбора пород для создания искусственных лесных насаждений охватывает широкий круг вопросов лесоведения, лесоводства, генетики, организации лесного хозяйства, его экономики. Выбор главной породы должен быть основан на ее соответствии лесорастительным

условиям. Важнейший элемент этого процесса - изменение породного состава лесного фонда (Романов, Ерёмин, Мухортов 2007).

Лесные насаждения с высоким приростом и высокой продуктивностью должны слагаться из деревьев преимущественно высших классов роста по Крафту, которые дольше растут и в течение своего вегетационного периода быстрее накапливают большую массу, чем деревья низших классов. Для этого они не должны находиться в густом стоянии, так как фотосинтетические возможности ассимиляционного аппарата при этом понижаются (Тимофеев, 1961).

В данной работе нас интересуют лесные фитоценозы сосны обыкновенной, выполняющие устойчивые экологические функции, создание которых требует особого подхода.

Сосна обыкновенная относится к числу видов с особенно высоким уровнем пластичности и изменчивости. Это позволяет ей в течение достаточно долгого времени занимать в биологических системах доминирующее положение, а также поддерживать устойчивость хода естественных процессов. Однако фитоценозы, ориентированные на устойчивое выполнение экологических функций, должны создаваться в наиболее благоприятных условиях климата и почвы, т.е. в сравнительно узком диапазоне условий (Романов, Ерёмин, Мухортов 2007)

Согласно последним разработкам в области лесных культур (Романов, 2007, Барсукова, 2008) древесно-кустарниковые породы, формирующие фитоценоз должны отвечать двум основным требованиям: они должны отличаться высокой продуктивностью и обладать достаточным для определенных условий уровнем устойчивости к различным неблагоприятным факторам. Под продуктивностью здесь подразумевается возможность устойчивого выполнения экологических функций. Сосна обыкновенная как целевая порода вполне соответствует данным требованиям

Как известно, для лесостепной зоны, действующий лимитирующий фактор - недостаток влаги, который сдерживает рост деревьев и отрицательно сказывается на приживаемости посадочного материала. В этом регионе при создании обычных и плантационных культур сосны в настоящее время приходится ориентироваться на использование 1-2-летних сеянцев, у которых длина корней в несколько раз превосходит высоту стебля. Вопрос о возможности использования в этих условиях при закладке лесосырьевых плантаций сосны более крупного посадочного материала пока положительно не решен (Романов, 2007)

Выбор способа обработки почвы необходимо осуществлять согласно следующим теоретическим выкладкам:

Водный режим почвы характеризуется влагоемкостью, или потенциалом почвенной влаги, и влагопроницаемостью почвы. Важно знать, есть ли угроза пересыхания обработанной почвы, и в каких случаях она реальна. Дождевая влага быстро впитывается в отвалы и микроповышения из-за их более рыхлой структуры и большего содержания пор, а на минерализованных участках – намного медленней. Быстрое впитывание дождевой влаги наблюдается на суходольных почвах.

Большое значение для роста сеянцев в культурах имеет содержание необходимого количества воздуха в почве. Для почвенного газообмена решающее значение имеет то, насколько долго корни деревьев способны выдерживать такие условия аэрации, которые ниже минимальных значений. Даже несколько дней дефицита кислорода останавливают рост корней, хотя более старые корни способны выживать довольно долго. Значение имеет и время воздействия недостатка кислорода. Если происходит подтопление корней до начала активного роста, они выдерживают дефицит кислорода до нескольких недель.

Обработкой почвы обычно удаляют изолирующий органический слой с поверхности минеральной почвы или формируют микроповышения,

прогревающиеся лучше, чем ровная поверхность. Для роста корней сеянцев и усвоения ими влаги и питательных веществ повышение температуры полезно во всех типах мест произрастания. В микроповышениях годовая сумма эффективных температур на глубине 5 см была на 30-60 % выше, чем на необработанных местах. Различия температур достигают пика в середине лета и в засушливые периоды. Также минимальные температуры в микроповышениях чуть выше, чем на необработанных местах. Наибольшее значение, вызываемое обработкой почвы, повышение температуры имеет на севере и вообще в прохладных условиях. По мере роста сеянцам все же приходится адаптироваться к постепенному снижению температуры почвы.

На основании нормативов, схемы технологического процесса нами составлена расчётно-технологическая карта на создание лесных культур био группами (табл.32) (Межотраслевые нормативы нормы выработки на лесокультурные работы, выполняемые в равнинных условиях, 2006).

Таблица 32. Расчётно-Технологическая карта
Выращивание искусственных культур сосны обыкновенной в
био группах

Расчет
ведётся на 1 га

| Наименование работы, формула расчета затрат | Ссылка на нормы выработки | Использование машин и механизмов | | | Использование рабочих | | | Расход материалов | | |
|--|------------------------------|-------------------------------------|---------------------------|--|-----------------------|---------------------------------|---------------------------|--|--------------------------|-------------|
| | | марки машин и орудий | норма выработки, га | затраты машинного времени, м/см | разряд работ | норма выработки, ед. изм. | затраты труда, ч/дн | наименование материала | единицы измерени я | кол- во |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 |
| Подготовка площадок с помощью бульдозера ДЗ-42. | ТНВ-1989 | ДЗ-42 | 2,2 | 0,45 | - | - | - | - | - | - |
| Посадка с подноской сеянцев под меч Колесова био групп с количеством высаживаемых растений 5,4-6 тыс.шт/га на глубину до 22 см, размер био групп 3*2,5м, расстояние в ряду 40 см. | | - | - | - | III | - | 5,8 | 2-х летние сеянцы сосны обыкновенной | Тыс.шт. | 7-8 |
| Дополнение лесных культур без подновления почвы | | - | - | - | III | 639 | 1,7 | 2-х летние сеянцы сосны обыкновенной | Тыс.шт. | 0,7- 0,8 |

При данном способе лесовосстановления (био группами) подготовку почвы целесообразно производить с помощью бульдозера, который применяется для сдвигания верхнего слоя почвы (который оставляется в валках). Например, можно применять бульдозер ДЗ-42 на базе гусеничного трактора ДТ-75ДРС-2 (или аналоги). Снятие (сдвигание) верхнего слоя почвы приводит к её минерализации.

Оптимальная площадь одной био группы 3х2,5 метра (ширина определяется шириной отвала бульдозера ДЗ-42). Именно при таких размерах био группа будет самодостаточной, деревья будут хорошо дифференцированы по классам роста Крафта. И к возрасту спелости на 1 гектар густота будет оптимальной (за счёт деревьев био групп и фоновых пород).

Особенностью данного способа создания лесных культур является максимальное сохранение лесной среды. Обеспечение защиты био групп от воздействия сорной растительности основывается на технике подготовки почвы.

Данный способ лесовосстановления не подразумевает проведение агротехнических и механических уходов, поскольку с момента смыкания крон в био группах включаются естественные механизмы регуляции, поддерживающие сообщество био групп в равновесном устойчивом состоянии продолжительно долгое время.

Структура формирующихся био групп обеспечивает защиту от фитофагов.

Кроме того, способ лесовосстановления био группами выгоден и с экономической точки зрения (табл.33,34,35).

Расчёт затрат при лесовосстановлении рядками приведён в таблице 33 (Межотраслевые нормативы нормы выработки на лесокультурные работы, выполняемые в равнинных условиях, 2006).

Таким образом, заработная плата на создание 1 гектара культур сосны обыкновенной по биогруппам составляет 516 рублей 19 копеек. Затраты на услуги вспомогательных производств составляют 2500 рублей. Общие затраты на создание 1 гектара культур сосны обыкновенной по биогруппам составляют 3883 рубля 60 копеек.

Экономически эффект составит 7541 рубль 40 копеек.

Таким образом, способ лесовосстановления биогруппами менее затратный, чем по рядам.

Выводы:

1. Действие механизмов конкурентного взаимодействия в исследуемых древостоях выражается следующими закономерностями: при лесовосстановлении биогруппами в составе насаждения преобладают деревья 1-4 классов роста Крафта (процентное соотношение соответственно равно 55%, 8%, 20%, 17%). В культурах сосны обыкновенной по рядам преобладают деревья 2 и 3 классов Крафта (54% и 25%). Интенсивность внутривидовой конкуренции в биогруппах выше в молодняках ($K=0,1$) и ниже в среднем возрасте ($K=0,82$). В посадках сосны обыкновенной по рядам до 10-летнего возраста деревья практически не различаются по диаметрам и высотам. Поскольку при лесовосстановлении биогруппами сохраняется лесная среда, то благодаря конкурентным механизмам формируется экосистемное биоразнообразие, соответствующее типу лесорастительных условий C_3 .
2. При закладке лесных культур биогруппами в типе условий C_3 , лесной фитоценоз будет характеризоваться очень высокой жизнеспособностью и как следствие – высокой устойчивостью (соотношение H/G в возрасте от 6 до 46 лет не превышает 125 баллов). Соотношение H/G для культур по рядам изменяется от 206 (возраст 6 лет) до 134 (возраст 46 лет). Следовательно, они характеризуются средней (6-24 лет) и высокой (39-46 лет) жизнеспособностью.
3. Лесные культуры, созданные по биогруппам, менее повреждаются фитофагами в сравнении с посадками по рядам. В биогруппах повреждения копытными составляют в среднем менее 10%, а в культурах по рядам – более 40%. При лесовосстановлении биогруппами формируемое насаждение будет меньше подвержено воздействию насекомых-фитофагов (в биогруппах на один ствол приходится количество особей соснового подкорного клопа в 2,7 раза меньше, чем в

культурах по рядам). Деревья биогрупп не повреждаются корневой губкой, благодаря наличию фоновых пород.

4. Коэффициент Шеннона для средневозрастных насаждений составляет 0,42 для биогрупп, что больше, чем данный показатель для культур по рядам того же возраста (0,13). Биогруппы характеризуются большим уровнем биологического разнообразия, чем рядовые посадки.
5. В сравнении с культурами по рядам биогруппы в возрасте 46 лет имеют больший индекс биоразнообразия Шеннона для живого напочвенного покрова (0,63 и 0,42 соответственно), что свидетельствует о большем его разнообразии рассматриваемых нами фитоценозов. Живой напочвенный покров на фоне не формируется заново, а сохраняется при способе производства лесных культур биогруппами.
6. Зависимость биометрических параметров биогрупп и посадок по рядам носит полиномиальный характер, что свидетельствует об одинаковой направленности биологических процессов. Однако деревья биогрупп имеют более высокий коэффициент роста (для диаметров 0,5768 и 0,7035 для высот), чем рядовые посадки сосны обыкновенной (коэффициенты равны соответственно 0,4267 и 0,4931), что и определяет их устойчивость и способность стабильно выполнять экологические функции.

Библиографический список

1. Абакумов В. А. Иерархичность организации биосферы [Текст] / В. А. Абакумов // Методологические аспекты исследования биосферы. – Москва : Наука, 1975. – С. 159 – 168.
2. Абросов Н. С. Экологические механизмы сосуществования и видовой регуляции [Текст] / Н. С. Абросов, Б. Г. Ковров, О. А. Черепанов. – Новосибирск : Наука, 1982. – 302 с.
3. Авров Ф. Д. Экологические, селекционные и организационно-технические проблемы современного искусственного лесовосстановления [Текст] / Ф. Д. Авров, В. Н. Воробьев // Проблемы региональной экологии. – 1994. – Вып. 2. – С. 69 – 73.
4. Айала Ф. Х. Механизмы эволюции [Текст] / Ф. Х. Айала // Эволюция. – Москва : Мир, 1981. – С. 33 – 65.
5. Акопов А. Ю. Информационное взаимодействие живых систем со средой (эволюционный аспект) [Текст] / А. Ю. Акопов // Системные исследования = System research : методол. проблемы : ежегодник : 1981. – Москва : Наука, 1981. – С. 182 – 192.
6. Актуальные проблемы лесного комплекса [Текст] : межвуз. сб. науч. тр. / Воронеж. гос. лесотехн. акад.; под ред. Л. Т. Свиридова. – Воронеж : Изд-во ВГЛТА, 2010. – Вып. 1, Т. 1. – 2010. – 188 с. : табл.
7. Алексеев В. П. Антропогеоценозы – сущность, типология, динамика [Текст] / В. П. Алексеев // Природа. – 1975. – № 7. – С. 18 – 23.
8. Алексеенко И. Р. Экстремальные факторы и биообъекты [Текст] / И. Р. Алексеенко, А. А. Коньчев, Н. А. Панченко. – Киев : Наук. думка, 1989. – 152 с.
9. Алещенко Г. М. Некоторые вопросы моделирования разнообразия в биологических системах различных типов [Текст] / Г. М. Алещенко, Е. Н. Букварева // Успехи соврем. биологии. – 1991. – Т. 111, вып. 6. – С. 803 – 811.

10. Алимов А. Ф. Биоразнообразие, его охрана и мониторинг [Текст] / А. Ф. Алимов, В. Ф. Левченко, Я. И. Старобогатов // Мониторинг биоразнообразия : сб. науч. тр. – Москва, 1997. – С. 16–25.
11. Алимов А. Ф. Основные положения теории функционирования экосистем [Текст] / А. Ф. Алимов // Гидробиол. журн. – 1990. – Т. 26, № 6. – С. 3 – 12.
12. Алтухов Ю. П. Генетические процессы в популяциях [Текст] / Ю. П. Алтухов. – Москва : Академкнига, 2003. – 431 с.
13. Алымкулов Э. Д. Биосферная функция разнообразия [Текст] / Э. Д. Алымкулов, Э. Д. Шукуров // Проблемы изучения и сохранения биологического разнообразия. – Фрунзе : Илим, 1990. – С. 9.
14. Андреев А. В. Оценка биоразнообразия, мониторинг и экосети [Текст] / под редакцией П. Н. Горбуненко. – Кишинев : ВІОТІСА, 2002. – 168 с.
15. Анохин П. К. Философские аспекты теории функциональной системы [Текст] / П. К. Анохин // Избранные труды. – Москва : Наука, 1978. – 400 с.
16. Арефьев Ю. Ф. Биотическая интеграция в лесных экосистемах (на примере Конь-Колодезного лесничества УОЛ ВГЛТА) [Текст] / Ю. Ф. Арефьев, М. И. Савин, В. В. Реуцкая // Генетика, селекция, семеноводство и воспроизводство древесных пород. – Воронеж, 2010. – С. 178 – 182.
17. Арефьев Ю. Ф. Биотическая интеграция в лесных экосистемах Среднерусской лесостепи : проблемы, решения, перспективы [Текст] : монография / Ю. Ф. Арефьев, В. В. Реуцкая ; Воронеж. гос. техн. ун-т, Воронеж. гос. лесотехн. акад. – Воронеж : ВГТУ, 2008. – 119 с. : рис.
18. Арманд А. Д. Самоорганизация и саморегулирование географических систем [Текст] / А. Д. Арманд. – Москва : Наука, 1988. – 261 с.
19. Артюхов В. В. Теоретические основы оценки разнообразия [Текст] / В. В. Артюхов // Атлас биологического разнообразия лесов Европейской России и сопредельных территорий. – Москва : Изд-во ПАИМС, 1996. – С. 106–110.

20. Ахтырцев А. Б. Лугово-черноземные почвы центральных областей Русской равнины / А. Б. Ахтырцев, П. Г. Адерихин, Б. П. Ахтырцев. – Воронеж : Изд-во ВГУ, 1981. – 176 с.
21. Ахтырцев Б. П. Почвенный покров Среднерусского Черноземья / Б. П. Ахтырцев, А. Б. Ахтырцев. – Воронеж : Изд-во ВГУ, 1993. – 216 с.
22. Баглай А. И. Питание культуры сосны в условиях Воронежской области [Текст] / А. И. Баглай. – Воронеж : Изд-во ВГУ, 1977. – 91 с.
23. Барабанова О. А. Закономерности роста и строения сосняков искусственного происхождения на юге Сибири при антропогенном и биотическом воздействиях [Текст] : автореф. дис. ... канд. с.-х. наук : 06.03.01 / О. А. Барабанова. – Красноярск, 2006. – 22 с.
24. Бейтс Г. У. Натуралист на реке Амазонке [Текст] : рассказ о тропических картинах природы, о нравах животных, о жизни бразильцев и индейцев и о путевых приключениях автора во время его одиннадцатилетних странствий / Г. У. Бейтс. – Москва : Географгиз, 1958. – 430 с.
25. Беляева Н. В. Закономерности функционирования сосновых и еловых фитоценозов южной тайги на объектах комплексного ухода за лесом [Текст] : автореф. дис. ... канд. с.-х. наук : 06.03.03 / Н. В. Беляева. – Санкт-Петербург, 2006. – 20 с.
26. Букварева Е. Н. Принцип оптимального разнообразия биосистем [Текст] / Е. Н. Букварева, Г. М. Алещенко // Успехи современной биологии. – 2005. – Т. 125, № 4. – С. 337 – 348.
27. Булыгин Н. Е. Дендрология [Текст] : учебник / Н. Е. Булыгин, В. Т. Ярошенко. – 2-е изд., стер. – Москва : Изд-во МГУЛ, 2001. – 528 с. : ил.
28. Бурда Р. И. Видовое разнообразие флоры при ее антропогенной трансформации [Текст] / Р. И. Бурда // Проблемы изучения и сохранения биологического разнообразия. – Фрунзе : Илим, 1990. – С. 25.
29. Бусоргин В. Г. Влияние осушения на естественное и искусственное восстановление леса [Текст] / В. Г. Бусоргин, Д. С. Корепанов // Лесные

ресурсы таежной зоны России: проблемы лесопользования и лесовосстановления / Рос. акад. наук [и др.]. – Петрозаводск, 2009. – С. 186 – 188.

30. Вараксин Г. С. Выделение типов лесорастительных условий при искусственном лесовозобновлении [Текст] / Г. С. Вараксин, В. П. Черкашин, И. А. Михайлова // Сибирский экол. журн. – 2005. – Т. 12, № 1. – С. 67 – 77.

31. Веденов М. Ф. К анализу общих и биологических принципов самоорганизации [Текст] / М. Ф. Веденов, В. И. Кремьянский // Системные исследования : ежегодник : 1969. – Москва : Наука, 1969. – С. 140 – 141.

32. Ведерников И. Б. Обоснование и разработка экологических коридоров в условиях эксплуатационных лесов Приангарья [Текст] : дис. ... канд. биол. наук. – Братск 2012. – 161 с.

33. Вернадский В. И. Несколько слов о ноосфере [Текст] / В. И. Вернадский // Успехи современной биологии. – 1944. – Т. 18, вып. 2. – С. 113 – 120.

34. Вернадский В. И. Ход жизни в биосфере [Текст] / В. И. Вернадский // Природа. – 1925. – № 10/12. – С. 25 – 38.

35. Вершинина О. М. Лесные растительные сообщества искусственного происхождения (на примере пригородных парков Санкт-Петербурга) [Текст] / О. М. Вершинина // Актуальные проблемы геоботаники. III Всероссийская школа-конференция. – Петрозаводск, 2007. – Ч. 1. – С. 104 – 108.

36. Власова И. И. Экологические основы создания искусственных фитоценозов сосны обыкновенной на юге острова Сахалин [Текст] / И. И. Власова // Разнообразие почв и биоты Северной и Центральной Азии : материалы II Междунар. науч. конф. (20-25 июня 2011 г.). – Улан-Удэ, 2011. – Т. 1. – С. 191 – 192.

37. Водопьянов П. А. Устойчивость в развитии живой природы [Текст] / П. А. Водопьянов. – Минск : Наука и техника, 1974. – 158 с.

38. Воинственский М. А. К вопросу о направленности эволюционных процессов [Текст] / М. А. Воинственский. // Вестн. зоологии. – 1978. – № 5. – С. 3 – 9.
39. Восстановление и изучение природных экосистем в Воронежском государственном заповеднике [Текст] : сб. ст. / Воронеж. гос. заповедник ; [редкол.: Л. С. Лавров (науч. ред.) и др.]. – Воронеж : Изд-во ВГУ, 1978. – 94 с.
40. Габдрахимов К. М. Воспроизводство хвойных лесов Южного Урала [Текст] / К. М. Габдрахимов // Научное обеспечение устойчивого функционирования и развития АПК : материалы Всерос. науч.-практ. конф. (3–5 марта 2009 г.). – Уфа, 2009. – Ч. 2. – С. 256 – 258.
41. Гаврилова О. И. Лесовосстановление вырубок и продуктивность лесных культур хвойных пород Республики Карелия [Текст] : автореф. дис. ... д-ра с.-х. наук : 06.03.01 / О. И. Гаврилова. – Архангельск, 2012. – 46 с.
42. Гвишиани Д. М. Пределы роста [Электронный ресурс] : доклад Римскому клубу / Д. М. Гвишиани ; Экологический центр Института истории естествознания и техники РАН // Биосфера. – 2002. – № 2. – Режим доступа: <http://alt-future.narod.ru/Future/predel.htm>.
43. Горчаковский П. Л. Устойчивость экосистем и фактор биологического разнообразия [Текст] / П. Л. Горчаковский // Проблемы изучения и сохранения биологического разнообразия : тез. докл. конф. XII объедин. пленум сов. и респ. ком. по прогр. ЮНЕСКО "Человек и биосфера" (5-8 июня 1990 г.). – Фрунзе : Илим, 1990. – С. 35.
44. Горшков В. Г. Физические и биологические основы устойчивости жизни [Текст] / В. Г. Горшков. – Москва : Изд-во ВИНТИ. – 470 с.
45. Грант В. Эволюционный процесс : критический обзор эволюц. теории [Текст] / В. Грант. – Москва : Мир, 1991. – 488 с.

46. Гусева О. Н. Об экологической эффективности искусственного создания биологического разнообразия при лесовозобновлении [Текст] / О. Н. Гусева // Лесное хозяйство. – 2010. – № 3. – С. 33 – 35.
47. Демаков Ю. П. Пространственное распределение и взаимовлияние деревьев в чистых сосновых древостоях [Электронный ресурс] / Ю. П. Демаков, М. Г. Сафин, И. Н. Нехаев ; Марийский гос. техн. ун-т // Лесные экосистемы в условиях изменения климата: биологическая продуктивность и дистанционный мониторинг : материалы Междунар. науч.-практ. семинара. – Йошкар-Ола : МарГТУ, 2011. – С. 93 – 102. – URL: <http://csfm.marstu.net/publications.html>.
48. Демаков Ю. П. Диагностика устойчивости лесных экосистем : методол. и метод. аспекты [Текст] / Ю. П. Демаков. – Йошкар-Ола, 2000. – 416 с.
49. Демаков Ю. П. Факторы динамики годичного прироста в высоту сосновых древостоев Республики Марий Эл [Электронный ресурс] / Ю. П. Демаков, А. В. Иванов, М. Г. Сафин ; Марийский гос. техн. ун-т // Лесные экосистемы в условиях изменения климата: биологическая продуктивность и дистанционный мониторинг : материалы Междунар. науч.-практ. семинара. – Йошкар-Ола : МарГТУ, 2011. – С. 66 – 76. – URL: <http://csfm.marstu.net/publications.html>.
50. Демичева Н. В. К выбору способов восстановления сосняков Пензенской области [Текст] / Н. В. Демичева, С. А. Денисов, В. М. Егоров // Изв. высш. учеб. заведений. Лесной журн. – 2011. – № 1. – С. 32 – 36.
51. Джиллер П. Структура сообществ и экологическая ниша [Текст] / П. Джиллер. – Москва : Мир, 1988. – 184 с.
52. Драчев А. К. Оценка лесовозобновления в сосняках различных типов леса [Текст] : матер. VI Всерос. науч.-техн. конф. / А. К. Драчев [и др.] // Научное творчество молодежи – лесному комплексу России. – Екатеринбург, 2010. – Ч. 1. – С. 50 – 52.

53. Дробышев Ю. И. Устойчивость рекреационных лесных фитоценозов в связи с их структурными особенностями [Текст] : автореф. дис. ... канд. биол. наук : 03.00.16 / Ю. И. Дробышев. – Москва, 2000. – 16 с.
54. Евстигнеев О. И. Механизмы поддержания биологического разнообразия лесных биогеоценозов [Текст] : автореф. дис. ... д-ра биол. наук : 03.02.08 / О. И. Евстигнеев. – Нижний Новгород, 2010. – 48 с.
55. Емельянов И. Г. Принципы структурно-функциональной организации и эволюция экосистем [Текст] : автореф. дис. ... д-ра биол. наук : 03.00.08 / И. Г. Емельянов. – Киев, 1994. – 48 с.
56. Емельянов И. Г. Разнообразие и устойчивость биосистем [Текст] / И. Г. Емельянов // Успехи соврем. биологии. – 1994. – Т. 114, вып. 3. – С. 304 – 318.
57. Емельянов И. Г. Разнообразие фаунистических комплексов как показатель состояния биоты [Текст] / И. Г. Емельянов // Фауна Східних Карпат : сучасний стан і охорона : матеріали міжнародної конференції. – Ужгород, 1993. – С. 8 – 20.
58. Емельянов И. Г. Роль разнообразия в функционировании биологических систем [Текст] / И. Г. Емельянов. – Киев : Ин-т зоологии, 1992. – 64 с.
59. Желдак В. И. Эколого-лесоводственные основы целевого устойчивого управления лесами [Текст]: автореф. дис. ... д-ра биол. наук : 03.02.08; 06.03.02 / В. И. Желдак. – Тольятти, 2011. – 40 с.
60. Жерихин В. В. Биоценотическая регуляция макроэволюционных процессов [Текст] / В. В. Жерихин, А. П. Расницын // Микро- и макроэволюция = Micro- and macroevolution : материалы симп. (Кяэрику, 2–5 сент. 1980 г.). – Тарту, 1980. – С. 77 – 81.
61. Жерихин В. В. Биоценотическая регуляция эволюции [Текст] / В. В. Жерихин // Палеонтол. журн. – 1987. – № 1. – С. 3 – 12.
62. Жерихин В. В. На пути к общей теории эволюции сообществ [Текст] / В. В. Жерихин // Эволюции экосистем : тез. докл. междунар. симп. (Москва, 26–30 сент. 1995г.). – Москва, 1995. – С. 46.

63. Жилиев Г. Г. Разнообразие в популяционных системах как основа их стабильности [Текст] / Г. Г. Жилиев // Проблемы изучения и сохранения биологического разнообразия. – Фрунзе : Илим, 1990. – С. 47.
64. Жукова А. И. К вопросу сохранения ключевых биотопов при главном пользовании лесом [Текст] / А. И. Жукова // Проблемы и перспективы лесного комплекса. – Воронеж, 2005. – Т. 1. – С. 150 – 154.
65. Засоба В. В. Биота искусственных лесных массивов Ростовской области [Текст] : монография / В. В. Засоба. – Новочеркасск : Изд-во ЮРГТУ, 2007. – 204 с.
66. Зимов С. А. Экосистемы: устойчивость, конкуренция, целенаправленное преобразование [Текст] / С. А. Зимов, В. И. Чупрынин. – Москва : Наука, 1991. – 160 с.
67. Зубков А. Ф. Биогеоэцтологические объект-элементы и подходы к их изучению [Текст] / А. Ф. Зубков // Экология. – 1996. – № 2. – С. 89 – 95.
68. Зыков В. В. Системный анализ [Текст] : учеб. пособие / В. В. Зыков ; Тюмен. гос. ун-т. – Тюмень : Изд-во ТюмГУ, 2008. – 384 с.
69. Иванов В. П. Изменчивость сосны обыкновенной под влиянием генетически активных факторов [Текст] : автореф. дис ... д-ра биол. наук : 03.00.16 / В. П. Иванов. – Москва, 1996. – 50 с.
70. Идеи биогеоэценологии в лесоведении и лесоразведении [Текст] : к 125-летию со дня рождения акад. В. Н. Сукачева / С. Э. Вомперский [и др.] ; отв. ред. С. Э. Вомперский. – Москва : Наука, 2006. – 260 с.
71. Ильичев В. Г. Эволюционная устойчивость биологических сообществ [Текст] / В. Г. Ильичев // Журн. общей биологии. – 2010. – Том 71, № 1. – С. 63 – 74.
72. Иогансен В. О наследовании в популяциях и чистых линиях [Текст] / В. Иогансен. – Москва : Сельхозгиз, 1935. – 57 с.

73. Ипатов В. С. Метод анализа функциональной структуры растительного сообщества [Текст] / В. С. Ипатов, В. Х. Лебедева, М. Ю. Тиходеева, Е. Н. Журавлева // Ботанический журн. – 2010. – Т. 95, № 1. – С. 117 – 128.
74. Камшилов М. М. Значение взаимных отношений между организмами в эволюции [Текст] / М. М. Камшилов. – Москва ; Ленинград : Изд-во АН СССР, 1961. – 136 с.
75. Колданов В. Я. Смена пород и лесовосстановление [Текст] / В. Я. Колданов. – Москва : Лесная пром-ть, 1966. – 170 с.
76. Конвенция о биологическом разнообразии (Рио-де-Жанейро, 3-14 июня 1992 г.) [Электронный ресурс] // Режим доступа: <http://www.biorosinfo.ru> – Общество биотехнологов России им. Ю. А. Овчинникова. – Загл. с экрана.
77. Кривошеин А. Н. Устойчивое управление лесами [Электронный ресурс] : учеб. пособие / А. Н. Кривошеин. – Сыктывкар : Изд-во СЛИ, 2013. – 131 с. – Режим доступа: <http://lib.sfi.komi.com>. – Загл. с экрана.
78. Крылов А. Г. Жизненные формы лесных фитоценозов [Текст] / А. Г. Крылов. – Ленинград : Наука, 1984. – 181 с.
79. Кудрявцев В. А. Антропогенные способы воздействия на экологическую ситуацию местности [Текст] / В. А. Кудрявцев // Агро XXI. – 2010. – № 7-9. – С. 43 – 45.
80. Лазуренко Л. Б. Дендроклиматология сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.) в условиях центральной лесостепи [Текст] : автореф. дис. ... канд. биол. наук : 03.00.16. / Л. Б. Лазуренко. – Воронеж, 2002. – 21 с.
81. Лебедева Н. В. Биологическое разнообразие [Текст] : учеб. пособие для студентов вузов / Н. В. Лебедева, Н. Н. Дроздов, Д. А. Криволицкий. – Москва : ВЛАДОС, 2004. – 432 с.
82. Левченко В. Ф. Авторегулируемая эволюция биосферы [Текст] / В. Ф. Левченко, Я. И. Старобогатов // Динамика разнообразия органического мира во времени и пространстве : материалы 40 сессии ВПО. – Санкт-Петербург : Изд-во ВСЕГЕИ, 1994. – С. 30 – 32.

83. Левченко В. Ф. Канализирующие факторы в эволюции биосферы [Текст] / В. Ф. Левченко, Я. И. Старобогатов // Эволюции экосистем : тез. докл. междунар. симп. (26–30 сент. 1995 г.). – Москва, 1995. – С. 71 – 72.
84. Левченко В. Ф. Два аспекта эволюции жизни: физический и биологический [Текст] / В. Ф. Левченко, Я. И. Старобогатов // Физика : проблемы, история, люди. – Ленинград : Наука, 1986. – С. 102 – 142.
85. Левченко В. Ф. Модели в теории биологической эволюции [Текст] / В. Ф. Левченко. – Санкт-Петербург : Наука, 1993. – 383 с.
86. Левченко В. Ф. О внутренних связях и консервативности структур экосистем [Текст] / В. Ф. Левченко // Методологические проблемы эволюционной теории = Methodological problems of evolutionary theory : тез. симп. (Кяэрику, 4–7 сент. 1984 г.). – Тарту, 1984. – С. 22 – 23.
87. Левченко В. Ф. Сукцессионные изменения и эволюция экосистем (некоторые вопросы эволюционной экологии) [Текст] / В. Ф. Левченко, Я. И. Старобогатов // Журн. общей биологии. – 1990. – Т. 51, № 5. – С. 619 – 631.
88. Левченко В. Ф. Факторы формирования надвидовых таксонов [Текст] / В. Ф. Левченко, Я. И. Старобогатов // Факторы таксономического и биохронологического разнообразия : [тез. докл.]. – Санкт-Петербург, 1995. – С. 43.
89. Левченко В. Ф. Эволюционная физиология и эволюционная экология – что общего? [Текст] / В. Ф. Левченко // Журн. эволюционной биохимии и физиологии. – 1990. – Т. 266, № 4. – С. 455 – 461.
90. Лекавичюс Э. Элементы общей теории адаптации [Текст] / Э. Лекавичюс. – Вильнюс : Мокслас, 1986. – 273 с.
91. Лесное хозяйство [Текст] : терминологический словарь / под общ. ред. А. Н. Филипчука. – Москва : Изд-во ВНИИЛМ, 2002. – 480 с.
92. Лесной кодекс Российской Федерации 2010-2012 : комментарии. Последние обновления. Бесплатные консультации [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.lesnoykodeks.ru>.

93. Лесные культуры и защитное лесоразведение [Текст] : практ. пособие для студентов по спец. «Лесное хозяйство» / Т. Л. Барсукова, Л. К. Климович ; М-во образования РБ, Гомел. гос. ун-т им. Ф. Скорины. – Гомель : Изд-во ГГУ им Ф. Скорины, 2008. – 74 с.
94. Лесные культуры. Ускоренное лесовыращивание [Текст] : учеб. пособие / Е. М. Романов, Н. В. Еремин, Д. И. Мухортов, Т. В. Нуреева ; Марийск. гос. техн. ун-т. – Йошкар-Ола : Изд-во МарГТУ, 2007. – 288 с.
95. Лесные культуры: воспроизводство лес. ресурсов [Текст] : учеб. пособие / Федер. агентство по образованию, Воронеж. гос. лесотехн. акад. ; под ред. И. В. Сухова. – Воронеж : Изд-во ВГЛТА, 2006. – 107 с.
96. Лесоведение [Текст] : учебное пособие / С. Н. Сенов, А. В. Грязькин. – Санкт-Петербург, 2006, – 70 с.
97. Лозовой А. Д. Лесная вспомогательная книжка [Текст] / А. Д. Лозовой. – Воронеж, 2004. – 390 с.
98. Лопатин И. К. Зоогеография [Текст] : учебник для ун-тов. – 2 изд., перераб. и доп. – Минск : Вышэйшая школа, 1989. – 318 с., [16] л. ил.
99. Лопатин И. К. Разнообразие животного мира: прошлое, настоящее, проблемы сохранения [Текст] / И. К. Лопатин ; Белорус. гос. ун-т // Соросовский образовательный журнал. – Минск. – 1997. – № 7. – С. 34 – 39.
100. Мазинг В. В. Что такое структура биогеоценоза [Текст] / В. В. Мазинг // Проблемы биогеоценологии. – Москва : Наука, 1973. – С. 148 – 156.
101. Марков А. В. Эволюция биоразнообразия и рост устойчивости живых систем [Текст] / А. В. Марков // Филос. науки. – 2006. – № 8. – С. 114 – 117.
102. Маслов А. А. Мониторинг биоразнообразия и процессов природной динамики в заповедных лесных участках [Текст] : программа и итоги работ за 25 лет / А. А. Маслов // Структура и функции лесов Европейской России. – Москва, 2009. – С. 172 – 190.
103. Масюк Н. Т. Теоретические основы рационального использования экологических ресурсов биогеоценотической системой [Текст] / Н. Т. Масюк //

Биогеоэкологические исследования на Украине : [тез. докл. III респ. совещ. 18-19 дек. 1984 г.]. – Львов, 1984. – С. 22 – 24.

104. Математическое моделирование и оптимизация режимов выращивания лесных культур сосны [Текст] / В. В. Малышев [и др.]. – Воронеж : Изд-во ВГУ, 2004. – 211 с. – Библиогр.: с. 204 – 211.

105. Мелехов И. С. Научные основы лесовосстановления [Текст] / И. С. Мелехов // Проблемы лесовосстановления : тез. докладов всесоюз. науч. конф. – Москва, 1974. – С. 15 – 19.

106. Мельников Е. С. Лесоводственные основы теории и практики комплексного ухода за лесом [Текст] : автореф. дис. ... д-ра с.-х. наук : 06.03.03. / Е. С. Мельников. – Санкт-Петербург, 1999. – 35 с.

107. Мерзленко М. Б. Теория и практика выращивания сосны и ели в культурах [Текст] / М. Б. Мерзленко, Н. А. Бабич. – Архангельск : Изд-во АГТУ, 2002. – 290 с.

108. Метаболизм сосны в связи с интенсивностью роста [Текст] / В. В. Габуков [и др.] ; отв. ред.: Н. И. Казимиров, А. Ф. Титов ; Карел. науч. центр АН СССР, Ин-т леса. – Петрозаводск : КНЦ АН СССР, 1991. – 162 с. : ил. – Библиогр.: с. 148 – 161.

109. Мильков Ф. Н. Лесостепь Русской равнины : опыт ландшафтной характеристики [Текст] / Ф. Н. Мильков. – Москва : Изд-во АН СССР. – 1950. – 295 с.

110. Мир природы : живые организмы и окружающая среда [Текст]. – Москва : Внешсигма, 1997. – 142 с

111. Миронов А. Г. Динамика лесных экосистем юга Средней Сибири в условиях изменяющегося климата и активизации биотического воздействия [Текст] : автореф. дис. ... канд. с.-х. наук : 03.00.16 / А. Г. Миронов. – Красноярск, 2007. – 23 с.

112. Мишон В. М. Река Воронеж и бассейн [Текст] / В. М. Мишон. – Воронеж : Изд-во ВГУ, 2000. – 291 с.

113. Морозов Г. Ф. Учение о лесе [Текст] / Г. Ф. Морозов. – 7-е. изд. – Москва – Ленинград : Гослесбумиздат, 1949. – 456 с.
114. Мэй Р. М. Эволюция экологических систем [Текст] / Р. М. Мэй // Эволюция. – Москва, 1981. – С. 173 – 193.
115. Наумов Н. П. Структура и саморегуляция биологических макросистем [Текст] / Н. П. Наумов // Биологическая кибернетика. – Москва, 1977. – С. 336 – 397.
116. Национальная стратегия сохранения биоразнообразия [Текст] / Рос. Академия Наук, М-во природ. ресурсов РФ. – Москва : Изд-во РАН, 2001. – 76 с.
117. Негрбов О. П. Учение о биоразнообразии [Текст] : учеб. пособие для вузов / О. П. Негрбов, С. О. Негрбов, О. О. Маслова. – Воронеж : ИПЦ ВГУ, 2012. – 123 с.
118. Нефедов В. П. Гомеостаз на различных уровнях организации биосистем [Текст] / В. П. Нефедов, А. А. Ясайтис, В. Н. Новосельцев [и др.]. – Новосибирск : Наука. Сиб. отд-ние, 1991. – 232 с.
119. Николис Г. Самоорганизация в неравновесных системах [Текст] / Г. Николис, И. Пригожин. – Москва : Мир, 1979. – 512 с.
120. Одум Ю. Экология [Текст] / Ю. Одум ; под ред. В. Е. Соколова ; перев. с англ. к. б. н Б. Я. Виленкина. – Москва : Мир, 1986. – Т. 2. – 376 с.
121. Опыт лесокультурного дела в Тамбовской области [Текст] / С. В. Журихин, А. Д. Дударев, В. В. Успенский, С. М. Иванов. – Воронеж : Изд-во ВГУ, 1973. – 156 с.
122. Павлов И. Н. Техногенные и биотические механизмы деструкции коренных лесов юга Сибири и их восстановление [Текст] : автореф. дис. ... д-ра биол. наук : 03.00.03 / И. Н. Павлов. – Москва, 2007. – 43 с.
123. Парфенов В. И. Биологическое разнообразие: проблемы и перспективы сохранения [Текст] / В. И. Парфенов // Проблемы сохранения биологического

разнообразия Беларуси : [тез. докл. междунар. конф.]. – Минск, 1993. – С. 23 – 25.

124. Петров Е. Г. Биологическое разнообразие как фактор устойчивости лесных экосистем в условиях антропогенного воздействия [Текст] / Е. Г. Петров // Проблемы изучения и сохранения биологического разнообразия. – Фрунзе : Илим, 1990. – С. 101 – 102.

125. Пианка Э. Эволюционная экология [Текст] / Э. Пианка. – Москва : Мир, 1981. – 400 с. : ил.

126. Писаренко А. И. Создание искусственных лесов [Текст] / А. И. Писаренко, М. Д. Мерзленко. – Москва : Агропромиздат, 1990. – 270 с.

127. Пискунов Н. С. Дифференциальное и интегральное исчисления [Текст] : учебник / Н. С. Пискунов. – В 2 т. – Т. 1. – Санкт-Петербург : Гл. ред. физ.-мат. лит., 1996. – 416 с.

128. Полевая геоботаника [Текст] / под общ. ред. Е. М. Лавренко и А. А. Корчагина. – Москва – Ленинград : Наука, 1964. – 287 с.

129. Попов В. К. Сосново-березовые культуры центральной лесостепи [Текст] / В. К. Попов. – Воронеж : Квадрат, 1997. – 224 с.

130. Почвы СССР [Текст] / под ред. Т. В. Афонасьева, В. И. Василенко, Т. В. Терешина, Б. В. Шеремет. – Москва : Мысль, 1979. – 380 с.

131. Проблемы и перспективы лесного комплекса [Текст] : материалы межвуз. науч.-практ. конф., (26 – 27 мая 2005 г.) / Федер. агентство по науке и инновациям, Адм. Воронеж. обл., Воронеж. гос. лесотехн. акад. – Воронеж : Изд-во ВГЛТА, 2005. – Т. 1. – 2005. – 264 с.

132. Проблемы и перспективы лесного комплекса [Текст] : материалы межвуз. науч.-практ. конф. (26–27 мая 2005 г.) / Федер. агентство по науке и инновациям, Адм. Воронеж. обл., Воронеж. гос. лесотехн. акад. – Воронеж : Изд-во ВГЛТА, 2005 – Т. 2. – 2005. – 224 с.

133. Проблемы лесной биогеоценологии [Текст] : [сборник] / Акад. наук СССР, Сиб. отд-ние, Ин-т леса и древесины им. В. Н. Сукачева ; отв. ред. А. С. Исаев. – Новосибирск : Наука, Сиб. отд-ние, 1980. – 272 с.
134. Протасов А. А. Биоразнообразие и его оценка : концептуальная диверсиконология [Текст] / А. А. Протасов. – Киев, 2002. – 105 с.
135. Протасьев М. С. Донской район [Текст] / М. С. Протасьев // Ресурсы поверхностных вод СССР. – Т. 7. – Ленинград : Гидрометеоздат, 1973. – 460 с.
136. Раутиан А. С. Палеонтология как источник сведений о закономерностях и факторах эволюции [Текст] / А. С. Раутиан // Современная палеонтология : методы. Направления. Проблемы : в 2 т. – Т. 2. / под ред. В. В. Меннера, В. П. Макридина. – Москва : Недра, 1988. – С. 76 – 118.
137. Раутиан А. С. Палеонтология как источник сведений о закономерностях и факторах эволюции [Текст] / А. С. Раутиан // Современная палеонтология. – Москва, 1988. – Т. 2. – С. 76 – 118.
138. Редько Г. И. Лесные культуры [Текст] : учеб. пособие / Г. И. Редько, М. Д. Мерзленко, Н. А. Бабич. – Санкт-Петербург : [Б. и.], 2005. – 556 с.
139. Реуцкая В. В. Биотическая интеграция в лесных экосистемах среднерусской лесостепи как основа их устойчивого развития [Текст] / В. В. Реуцкая, Ю. Ф. Арефьев // Экология и безопасность жизнедеятельности промышленно-транспортных комплексов : сб. тр. молодых ученых II Междунар. эколог. конгресса (24-27 сентября 2009 г.). – Тольятти, 2009. – Т. 2. – С. 30 – 35.
140. Рожков А. А. Устойчивость лесов [Текст] / А. А. Рожков, В. Т. Козак. – Москва : Агропромиздат, 1989. – 239 с. : ил.
141. Романовский М. Г. Продуктивность, устойчивость и биоразнообразие равнинных лесов Европейской России [Текст] : монография / М. Г. Романовский. – Москва : Изд-во МГУЛ, 2002. – 92 с.

142. Рубцов В. И. Культуры сосны в лесостепи Центрально-Черноземных областей [Текст] / В. И. Рубцов. – Москва : Лесная пром-сть, 1964. – 318 с. – Библиогр.: с. 307 – 314.
143. Русаков К. А. Анализ естественного возобновления в сосняках естественного и искусственного происхождения [Текст] / К. А. Русаков // Леса Евразии – Подмосковные вечера : материалы X междунар. конф. молодых ученых. – Москва, 2010. – С. 115 – 119.
144. Рысин Л. П. В. Н. Сукачев и лесная типология [Текст] / Л. П. Рысин // Идеи биогеоценологии в лесоведении и лесоразведении. – Москва : Наука, 2006. – С. 19 – 31.
145. Савенко В. С. Глобальный экологический кризис и биотическая регуляция [Текст] / В. С. Савенко // Экология и жизнь. – 2010. – № 10. – С. 4 – 9.
146. Сазонова Т. А. Эколого-физиологическая характеристика сосны обыкновенной [Текст] : монография / Т. А. Сазонова. – Петрозаводск : Verso, 2011. – 207 с.
147. Санников С. Н. Дифференциация популяций сосны обыкновенной [Текст] / С. Н. Санников, И. В. Петрова. – Екатеринбург : Изд-во УрО РАН, 2003. – 247 с.
148. Свирижев Ю. М. Устойчивость биологических сообществ [Текст] / Ю. М. Свирижев, Д. О. Логофет. – Москва : Наука, 1978. – 352 с.
149. Северцов А. С. Внутривидовое разнообразие как причина эволюционной стабильности [Текст] / А. С. Северцов // Журн. общей биологии. – 1990. – Т. 51, № 5. – С. 579 – 589.
150. Седых В. Н. Лесообразовательный процесс = Forest Forming Process [Текст] / В. Н. Седых ; отв. ред. Е. С. Петренко ; [Рос. акад. наук, Сиб. отд-ние, Ин-т леса им. В. Н. Сукачева]. – Новосибирск : Наука, 2009. – 163 с.
151. Семёнов М. А. Математические модели роста лесных культур при различных способах лесовосстановления [Электронный ресурс] / М. А.

Семёнов, С. В. Писарева // Современные проблемы науки и образования. – 2014. – № 1. – URL: www.science-education.ru/115-11563 (дата обращения: 14.01.2014).

152. Семёнов М. А. Особенности формирования структуры искусственных фитоценозов при создании лесных культур биогруппами [Электронный ресурс] / М. А. Семенов // Современные проблемы науки и образования. – 2013. – № 6. – URL: www.science-education.ru/113-11181 (дата обращения: 14.01.2014).

153. Семёнов М. А. Экология копытных животных в условиях инсуляризации местообитаний на примере хозяйства «Привал» [Электронный ресурс] / М. А. Семёнов // Материалы Всероссийского конкурса научно-исследовательских работ студентов и аспирантов в области биологических наук в рамках Всероссийского фестиваля науки : сб. материалов : в 2 ч. / под ред. Б. П. Чуракова. – Ч. 1. – Ульяновск : УлГУ, 2011. – Ч. 1. – Ульяновск, 2011. – С. 497 – 498.

154. Семышев М. М. Оптимальное расстояние конкурентного влияния "соседей" на продуктивность деревьев в искусственных и естественных сосняках [Текст] / М. М. Семышев, А. А. Маленко // Вестн. Алт. гос. аграр. ун-та. – Барнаул, 2010. – № 10 (72). – С. 37 – 42.

155. Скарлато О. А. Филогенетика и принципы построения естественной системы [Текст] / О. А. Скарлато, Я. И. Старобогатов // Труды Зоол. ин-та АН СССР. – 1984. – Т. 53. – С. 30 – 43.

156. Смогунова О. А. Рост и продуктивность сосны обыкновенной в географических культурах Центральной лесостепи [Текст] : автореф. дис. ... канд. с.-х. наук : 06.03.01. / О. А. Смогунова. – Воронеж, 2000. – 20 с.

157. Состояние и проблемы экосистем среднерусской лесостепи [Текст] : монография / Воронеж. гос. ун-т, Биол. учеб.-науч. центр "Веневитиново" ; [редкол.: В. Г. Артюхов, В. Б. Голуб (отв. ред.), Н. И. Простаков (гл. ред.) и др.]. – Воронеж : Изд-во ВГУ, 2011. – 287 с. – (Труды биол. учеб.-науч. центра "Веневитиново" Воронеж. гос. ун-та ; вып. XXV).

158. Старобогатов Я. И. О соотношении стационарного и эволюционного аспектов в изучении живого [Текст] / Я. И. Старобогатов // Микро- и макроэволюция = Micro- and macroevolution : материалы симп. (Кяэрику, 2–5 сент. 1980 г.). – Тарту, 1980. – С. 42 – 45.
159. Старобогатов Я. И. Эволюция экосистем [Текст] / Я. И. Старобогатов // Методологические проблемы эволюционной теории = Methodological problems of evolutionary theory : тез. симп. (Кяэрику, 4–7 сент. 1984 г.). – Тарту, 1984. – С. 72 – 79.
160. Старобогатов Я. И., Теоретическая биология: два разных понимания задач или две разные дисциплины? [Текст] / Я. И. Старобогатов // Изв. акад. наук. Сер. биол. – № 2. – 1993. – С. 312 – 314.
161. Стороженко В. Г. Устойчивые лесные сообщества : (теория и эксперимент) [Текст] / В. Г. Стороженко. – Тула : Гриф и К, 2007. – 190 с.
162. Структура и функции лесов Европейской России [Текст] / [С. Э. Вомперский [и др.]; отв. ред. И. А. Уткина] ; Рос. акад. наук, Отд. биол. наук, Ин-т лесоведения РАН. – Москва : КМК, 2009. – 389 с.
163. Сукачев В. Н. Биогеоценология и ее современные задачи [Текст] / В. Н. Сукачев // Журн. общей биологии. – 1967. – Т. 28, № 5. – С. 501 – 509.
164. Сукачев В. Н. Основы лесной биогеоценологии [Текст] / В. Н. Сукачев. – Москва : Наука, 1964. – 565 с.
165. Сухов И. В. Теория и практика искусственного лесовозобновления [Текст] : учеб. пособие / И. В. Сухов ; Федер. агентство по образованию, Воронеж. гос. лесотехн. акад. – Воронеж : Изд-во ВГЛТА, 2005. – 105 с.
166. Тамбовский лес / под ред. Н. И. Пономарева и В. К. Ширнина. – Тамбов : Юлис, 2006. – 480 с.
167. Терещенко В. Г. Оценка различных индексов для выражения биологического разнообразия сообщества [Текст] / В. Г. Терещенко, Л. И. Терещенко, М. М. Сметанин // Биоразнообразие : степень таксономической изученности. – Москва : [Б. и.], 1994. – С. 86 – 98.

168. Технология создания и экологические аспекты выращивания высокопродуктивных лесных культур [Текст] : сб. науч. тр. – Санкт-Петербург : ЛенНИИЛХ, 1992. – 165 с.
169. Тимофеев-Ресовский Н. В. Структурные уровни биологических систем [Текст] / Н. В. Тимофеев-Ресовский // Системные исследования = System research : методол. проблемы : ежегодник : 1970. – Москва : Наука, 1970. – С. 80 – 91.
170. Тишков А. А. Биосферные функции природных экосистем России [Текст] / А. А. Тишков ; [Рос. акад. наук, Ин-т географии]. – Москва : Наука, 2005. – 308 с.
171. Торлопова Н. В. Сосновые леса европейского Северо-Востока. Структура, состояние, флористический комплекс [Текст] : монография / Н. В. Торлопова, С. В. Ильчуков ; [отв. ред. К. С. Бобкова] ; РАН, УрО, Коми науч. центр, Ин-т биологии. – Екатеринбург, 2007. – 189 с. : табл. – Библиогр.: с. 156 – 164.
172. Уиттекер Р. Сообщества и экосистемы [Текст] / Р. Уиттекер. – Москва : Прогресс, 1980. – 328 с.
173. Усольцев В. А. Продукционные характеристики с учетом конкуренции деревьев в искусственных и естественных сосняках : сравнительный анализ [Текст] / В. А. Усольцев, М. М. Семышев // Вестн. Марийского гос. техн. ун-та. – Йошкар-Ола, 2010. – № 2(9). – С. 5 – 13.
174. Уткин А. И. «Лесообразовательный процесс» – концепция российского лесоведения [Текст] / А. И. Уткин // Лесоведение. – 1999. – № 3. – С. 13 – 23.
175. Учет лесного фонда Российской Федерации по состоянию на 01.01.2008 г. [Электронный ресурс] / М-во природ. ресурсов РФ. – Режим доступа: <http://les.mpr.gov.ru>. – Загл. с экрана.
176. Федоров В. Д. Об экологических нишах, локусах биотопа и эволюционном разнообразии видов [Текст] / В. Д. Федоров // Науч. докл. высш. шк. Биол. науки. – 1972. – № 11. – С. 7 – 12.

177. Филиппова В. О. Культуры сосны обыкновенной в Усманском бору [Текст] : автореф. дис. ... канд. с.-х. наук : 06.03.01 / В. О. Филиппова. – Воронеж, 2006. – 24 с.
178. Харченко Н. А. Лесозащитные аспекты формирования культур сосны обыкновенной в южной лесостепи ЦЧР [Текст] / Н. А. Харченко, Ю. Ф. Арефьев // Лесные проблемы Центрального Черноземья и Сев. Кавказа. – Воронеж, 2000. – С. 30 – 31.
179. Харченко Н. А. Лесозащитный эффект группового размещения деревьев *Pinussilvestris* [Текст] / Н. А. Харченко // Восстановление лесов, ресурсно-энергосберегающей технологии лесных комплексов. – Воронеж, 2000. – С. 10 – 12.
180. Харченко Н. А. Роль геометрической конфигурации и размера участков лесных культур сосны в распространении очагов соснового подкорного клопа в лесостепной и степной зонах [Текст] / Н. А. Харченко. – Воронеж : Изд-во ВЛТИ, 1985. – 14 с.
181. Харченко Н. А. Лесохозяйственная роль копытных животных в лесных культурах [Текст] / Н. А. Харченко // Охрана лесных экосистем и рациональное использование лесных ресурсов : тез. докладов II Всесоюз. науч.-техн. конф. – Москва, 1991. – Ч. 1. – С. 194 – 196.
182. Харченко Н. А. О проблеме парнокопытных животных в условиях современного ведения лесного хозяйства Воронежской области [Текст] / Н. А. Харченко // Экология и защита леса. – 1982. – № 7. – С. 34-38.
183. Харченко Н. А. Особенности развития очагов соснового подкорного клопа в культурах сосны обыкновенной, ослабленных копытными животными и пыльщиком [Текст] / Н. А. Харченко. – Воронеж : Изд-во ВГЛТА, 1986. – 9 с.
184. Харченко Н. А. Экологические аспекты высокой повреждаемости лесных культур лесными животными [Текст] / Н. А. Харченко // Охрана лесных экосистем и рациональное использование лесных ресурсов : тез. докладов Всесоюз. науч.-техн. конф. – Москва, 1987. – С. 88 – 89.

185. Харченко Н. А. Экология [Текст] : учебник / Н. А. Харченко, Ю. П. Лихацкий ; Моск. гос. ун-т леса. – Москва : Изд-во МГУЛ, 2003. – 399 с.
186. Харченко Н. Н. Современное состояние сообщества копытных животных Среднерусской лесостепи [Текст] / Н. Н. Харченко, М. А. Семёнов // Лесотехнический журнал. – 2013. – № 3. – С. 50 – 60.
187. Харченко Н. Н. Биологическое разнообразие как показатель устойчивости лесных сообществ [Текст] // Разработка комплекса технологий рекультивации техногенно нарушенных земель : материалы междунар. молодёж. конф., 4-6 июля 2012 года / Н. Н. Харченко, М. А. Семёнов. – Воронеж : Изд-во ВГЛТА, 2012. – С. 261 – 265.
188. Хмелев К. Ф. Нетрадиционные целители [Текст] / К. Ф. Хмелев, А. И. Ртищева. – Воронеж : Воронеж, 1995. – 64 с.
189. Черненькова Т. В. Реакция лесной растительности на промышленное загрязнение [Текст] : [монография] / Т. В. Черненькова; [отв. ред. акад. А. С. Исаев] ; Рос. акад. наук, Центр по проблемам экологии и продуктивности лесов, Ин-т проблем экологии и эволюции им. А. Н. Северцова. – Москва : Наука, 2002. – 189 с.
190. Чибисов Г. А. Эколого-физиологические особенности роста ели предварительной генерации [Текст] / Г. А. Чибисов // Экологические проблемы Севера. – Архангельск, 2010. – Вып. 13. – С. 7 – 12.
191. Чмыр А. Ф. Методология лесоводственных исследований [Текст] : учеб. пособие / А. Ф. Чмыр, И. А. Маркова, С. Н. Сеннов. – Санкт-Петербург : Изд-во СПбГЛТА, 2001. – 94 с.
192. Чумаченко С. И. Базовая модель динамики многовидового разновозрастного лесного ценоза [Текст] / С. И. Чумаченко // Вопросы экологии и моделирования лесных экосистем : науч. тр. МГУЛ. – Москва, 1992. – Вып. 248. – С. 147 – 180.
193. Шварц Е. А. Сохранение биоразнообразия: сообщества и экосистема [Текст] / Е. А. Шварц. – Москва : КМК, 2004. – 112 с.

194. Шмальгаузен И. И. Пути и закономерности эволюционного процесса / И. И. Шмальгаузен. – Москва ; Ленинград : Изд-во АН СССР, 1939. – 231 с.
195. Штукин С. С. Ускоренное выращивание сосны, ели и лиственницы на лесных плантациях [Текст] / С. С. Штукин ; Нац. акад. наук Беларуси, Ин-т леса ; науч. ред. В. А. Ипатьев. – Минск : Право и экономика, 2004. – 241 с.
196. Эволюция биосферы есть эволюция экосистем. Г. А. Заварзин : Жизнь функционирует и оказывает влияние на среду своего обитания : [тез. из кн. Г. А. Заварзина "Эволюция прокариотной биосферы. Микробы в круговороте жизни. 120 лет спустя"] [Текст] // Экология и жизнь. – 2012. – № 3. – С. 8 – 13.
197. Экосистемы в критических состояниях [Текст] / под ред. Ю. Г. Пузаченко. – Москва : Наука, 1989. – 155 с.
198. Экосистемы Теллермановского леса [Текст] / отв. ред. В. В. Осипов ; Ин-т лесоведения. – Москва : Наука, 2004. – 340 с.
199. Юрцев Б. Л. Эколого-географическая структура биологического разнообразия и стратегия его учета и охраны [Текст] / Б. Л. Юрцев // Биологическое разнообразие : подходы к изучению и сохранению. – Санкт-Петербург : [Б. и.], 1992. – С. 7 – 21.
200. Bernadzki E. Seeking rational solutions in silviculture [Text] = [Разработка малозатратных способов ведения лесного хозяйства (технологий невмешательства), основанных на саморегуляции лесных экосистем (Польша)] / E. Bernadzki // Sylwan. – 2005. – Vol. 149, № 12. – P. 21 – 29.
201. Caring for the Earth [Электронный ресурс] : a Strategy for Sustainable Living Gland : [2-я ред. Всемир. стратегии охраны природы, 1980]. – Режим доступа: <http://coombs.anu.edu.au/~vern/caring/care-earth1.txt>.
202. Eldredge, N. Punctuated equilibria : an alternative to phyletic gradualism / N. Eldredge, S. J. Gould // Models in paleobiology. – San Francisco : Freeman and Cooper, 1972. – P. 82 – 115.
203. Günther K. Über Evolutionfaktoren und die Bedeutung des Begriffs "ökologische Lizenz" für die Erklärung von Formenerscheinungen in Tierreichs [Text]

/ K. Günther // Ornithologie als biologische Wissenschaftl : 28 Beiträge als Festschrift zum 60 Geburtstag von Erwin Stresemann (22 November, 1949). – Heidelberg : C. Winter-Universitätsverlag, 1949. – S. 23 – 54.

204. Hellstrom A. Uptake of airborne organic pollutants in pine needles [Text] = [Поглощение хвоей сосны обыкновенной промышленных выбросов из атмосферы; географическая и сезонная динамика. Диссертация. (Швеция)] : Geogr. and seasonal variations : Doctoral thesis / A. Hellstrom. – Uppsala, 2003. – 121 p.

205. Johnson C. G. jr. Biotic and abiotic processes of eastside ecosystems: the effects of management on plant and community ecology, and on stand and landscape vegetation dynamics [Text] = [Биотические и абиотические процессы в лесных экосистемах Запада США; влияние хозяйственной деятельности на экологию сообщества, насаждение и динамику растительности] / C. G. Johnson, R. R. Clausnitzer, P. J. Mehringer., C. D. Oliver. Portland (Oreg.) : General techn. rep. // USDA : Forest service. Pacific Northwest research station PNW-322, 1994. – 66 p.

206. Kerr J. T. Habitat heterogeneity as a determinant of mammal species richness in high-energy regions [Text] / J. T. Kerr, L. Packer // Nature. – 1997. – Vol. 385. – P. 252 – 254.

207. Odum E. P. Basic ecology [Text] / E. P. Odum. – Philadelphia et c. : Saunders College Publishing, 1983. – 376 p.

208. Odum H. T. An organization hierarchy postulate for the interpretation of species-individuals distribution, species entropy and ecosystem evolution and the meaning of a species-variety index [Text] / H. T. Odum, J. E. Cantlon, L. S. Kornicker // Ecology. – 1960. – V. 41. – P. 395 – 399.

209. Production process of Scots pine; geographical variation and models [Text] = [Модель роста сосны обыкновенной в зависимости от различных природных условий: географического распространения, освещенности, условий минерального питания и пр. (Финляндия)] / Ed. by P. Hari e. a. – Tampere, 1996. – 121 p.

210. Rykowski K. Forest conversion in the context of biodiversity [Text] = [Реконструкция лесных насаждений в контексте сохранения биоразнообразия. (Польша)] / K. Rykowski // Sylwan. – 2010. – Т. 154, № 4. – Р. 219 – 233.
211. Simpson G. G. Tempo and mode in evolution [Text] / G. G. Simpson. – New York : Columbia university press, 1944. – 237 p.
212. Uotila K. Effect of soil preparation method on economic result of Norway spruce regeneration chain [Text] = [Влияние способа обработки почвы на экономическую эффективность искусственного восстановления ели обыкновенной (Финляндия)] / K. Uotila, J. Rantala, T. Saksala, P. Harstela // Silva fenn. – 2010. – Vol. 44, № 3. – Р. 511 – 524.

Приложения

Приложение А

Характеристика объектов исследования**ПП №1**

1. Рельеф ровный.
2. Объект расположен в 17 квартале, 36 выделе. Общая площадь 1,1 га.
3. В биогруппах произрастает сосна обыкновенная, на фоне произрастают: осина, дуб черешчатый, рябина, клен остролистный, осина, берёза повислая.
4. Подлесок из лещины средней густоты
5. Подроста нет.
6. Напочвенный покров преимущественно из осоки волосистой.
7. Почва серая лесная супесчаная.
8. Тип лесорастительных условий С₃, тип леса – сосняк дубово-разнотравный.
9. Год закладки 2006.
10. Количество биогрупп на 1 га 250 штук.

Возраст 6 лет. Количество жизнеспособных деревьев 74. Диаметр варьирует от 0,5 до 4,8 см. Высота – 0,3-2,6м. Деревья слабо дифференцированы по классам роста Крафта. Крона из 6 мутовок. Уровень мутовок в центральном ряду – 45 см, в крайнем ряду – 38 см.

$$D_{cp}=2,2 \text{ см}, H_{cp}=1,5 \text{ м}$$

Деревья с наилучшим развитием произрастают в центральном ряду(встречаются также и в крайних рядах).

Угнетённых и усыхающих деревьев 34 %. Повреждено копытными около 5%.

Продолжение приложения А



Рис.1. Лесные культуры сосны обыкновенной в возрасте 6 лет (фото автора, 2012 год)

ПП № 2

1. Рельеф ровный.
2. Объект расположен в 2 квартале, 54 выделе. Общая площадь 0,9 га.
3. В биогруппах произрастает сосна обыкновенная, на фоне произрастают: осина, дуб черешчатый, рябина, клен ясенелистный, осина, берёза пушистая, липа мелколистная.
4. Подлесок из липы, лещины средней густоты
5. Подроста нет.
6. Напочвенный покров представлен осокой волосистой, орляком обыкновенным.
7. Почва серая лесная супесчаная.

Продолжение приложения А

8. Тип лесорастительных условий C_3 , тип леса – сосняк дубово-разнотравный.

9. Год закладки 2006.

10. Количество биогрупп на 1 га 250 штук.

Возраст 6 лет. Количество жизнеспособных деревьев 84. Диаметр варьирует от 0,7 до 4,4 см; высота – от 0,8 до 3,6 м. Деревья слабо дифференцированы по классам роста Крафта. Крона из 6 мутовок. Уровень мутовок в центральном ряду – 47 см, в крайнем ряду – 40 см.

$$D_{\text{ср}}=2,2 \text{ см}, H_{\text{ср}}=2,3 \text{ м}$$

Деревья с наилучшим развитием произрастают в центральном ряду (встречаются также и в крайних рядах).

Угнетённых и усыхающих деревьев 20 %. Повреждено копытными около 18%.



Рис.2. Лесные культуры сосны обыкновенной в возрасте 6 лет (фото автора, 2012 год)

Продолжение приложения А

III № 3

1. Рельеф ровный.
2. Объект расположен в 2 квартале, 44 выделе. Общая площадь 0,6 га.
3. В биогруппах произрастает сосна обыкновенная, на фоне произрастают: осина, дуб черешчатый, рябина, клен остролистный, осина, берёза пушистая.
4. Подлесок из лещины густотой.
5. Подроста нет.
6. Напочвенный покров представлен снытью обыкновенной, осокой волосистой, чистотелом майским, звездчаткой ланцетовидной, будрой плющевидной, гравилатом городским, мышинным горошком, крапивой двудомной, клевером луговым, медуницей неясной
7. Почва серая лесная супесчаная.
8. Тип лесорастительных условий С₃, тип леса – сосняк дубово-разнотравный.
9. Год закладки 1997.
10. Количество биогрупп на 1 га 230 штук.

Возраст 15 лет. Количество жизнеспособных деревьев 39. Диаметр варьирует от 1,8 до 16 см; высота – от 2,4 до 12 м. Очищаемость от сучьев центрального ряда примерно 2 метра, крайнего ряда – 1,5 метра.

$$D_{\text{ср}}=8,0 \text{ см}, H_{\text{ср}}=8,0 \text{ м}$$

Деревья более дифференцированы по классам роста. Экземпляры с наилучшим развитием произрастают, в основном, в центральном ряду. Однако встречаются и в крайних рядах.

Угнетённых и усыхающих около 30%.

Продолжение приложения А



Рис.3. Лесные культуры сосны обыкновенной в возрасте 15 лет (фото автора, 2012 год)

Продолжение приложения А

III № 4

1. Рельеф ровный.
2. Объект расположен в 10 квартале, 3 выделе. Общая площадь 10 га.
3. В биогруппах произрастает сосна обыкновенная, на фоне произрастают: осина, дуб черешчатый, дуб красный редко, рябина, берёза повислая, осина, берёза пушистая.
4. Подлесок из лещины, липы и клёна татарского средней густоты.
5. Подроста нет.
6. Напочвенный покров представлен осокой волосистой, земляникой лесной, копытнем европейским, купеной лекарственной, снытью обыкновенной.
7. Почва серая лесная супесчаная.
8. Тип лесорастительных условий С₃, тип леса – сосняк дубово-разнотравный.
9. Год закладки 1991.
10. Количество биогрупп на 1 га 250 штук.

Возраст 21 год. Количество жизнеспособных деревьев 27. Диаметр варьирует от 4 до 18 см. Высота изменяется от 5 до 16 метров. Очищаемость от сучьев центрального ряда 4,5 м, крайних рядов приблизительно 2 метра.

$$D_{\text{ср}}=10,5 \text{ см}, H_{\text{ср}}=10,1 \text{ м}$$

Деревья центрального ряда характеризуются наиболее высокими значениями диаметров и высот.

Угнетённых и усыхающих менее 20%.

Продолжение приложения А

ПП № 5

1. Рельеф ровный.
2. Объект расположен в 18 квартале, 22 выделе. Общая площадь 7,2 га.
3. В биогруппах произрастает сосна обыкновенная, на фоне произрастают: осина, дуб черешчатый, рябина, клён остролистный.
4. Подлесок из лещины густотой.
5. Подроста нет.
6. Напочвенный покров представлен осокой волосистой, земляникой лесной, сочевичником весенним, снытью обыкновенной, звездчаткой ланцетовидной
7. Почва серая лесная супесчаная.
8. Тип лесорастительных условий С₃, тип леса – сосняк дубово-разнотравный.
9. Год закладки 1991.
10. Количество биогрупп на 1 га 230 штук.

Возраст 21 год. Количество жизнеспособных деревьев 40. Диаметр варьирует от 4 до 20 см. Высота изменяется от 5 до 17 метров. Очищаемость от сучьев центрального ряда 5м, крайних рядов приблизительно 4 метра.

$$D_{\text{cp}}=12,0 \text{ см}, H_{\text{cp}}=11,2 \text{ м}$$

Деревья центрального ряда характеризуются наиболее высокими значениями диаметров и высот. Намечается тенденция: средние ряды характеризуются наибольшими диаметрами, крайние ряды – наибольшими высотами.

Угнетённых и усыхающих примерно 15%.

Продолжение приложения А



Рис.4. Лесные культуры сосны обыкновенной в возрасте 21 года (фото автора, 2012 год)

Продолжение приложения А

ПП № 6

1. Рельеф ровный.
2. Объект расположен в 10 квартале, 20 выделе. Общая площадь 8,6 га.
3. В биогруппах произрастает сосна обыкновенная, на фоне произрастают: осина, дуб черешчатый, дуб красный, рябина, клён остролистный, берёза повислая, берёза пушистая.
4. Подлесок из черёмухи, лещины редкий.
5. Подроста нет.
6. Напочвенный покров представлен осокой волосистой купеной лекарственной, снытью обыкновенной.
7. Почва серая лесная супесчаная.
8. Тип лесорастительных условий С₃, тип леса – сосняк дубово-разнотравный.
9. Год закладки 1988.
10. Количество биогрупп на 1 га 250 штук.

Возраст 24 года. Количество жизнеспособных деревьев 39. Диаметр варьирует от 3 до 18 см. Высота изменяется от 5 до 16 метров. Очищаемость от сучьев центрального ряда примерно 5м, крайних рядов приблизительно 3 метра.

$$D_{cp}=11,7 \text{ см}, H_{cp}=10,7 \text{ м}$$

Деревья центрального ряда характеризуются наиболее высокими значениями диаметров и высот. В центральных рядах прирост деревьев по высоте больше.

Угнетённых и усыхающих менее 20 %.

Продолжение приложения А



Рис.5. Лесные культуры сосны обыкновенной в возрасте 24 лет (фото автора, 2012 год)

Продолжение приложения А

III № 7

1. Рельеф ровный.
2. Объект расположен в 27 квартале, 22 выделе. Общая площадь 3,6 га.
3. В биогруппах произрастает сосна обыкновенная, на фоне произрастают: дуб черешчатый, берёза пушистая, липа мелколистная.
4. Подлесок из бересклета, черёмухи, лещины редкий.
5. Подроста нет.
6. Напочвенный покров представлен осокой волосистой, копытнем европейским, медуницей неясной, снытью обыкновенной, будрой плющевидной, фиалкой удивительной, земляникой лесной, ясенником пахучим.
7. Почва серая лесная супесчаная.
8. Тип лесорастительных условий С₃, тип леса – сосняк дубово-разнотравный.
9. Год закладки 1973.
10. Количество биогрупп на 1 га 230 штук.

Возраст 39 лет. Жизнеспособных деревьев 25. Диаметр варьирует от 11 до 29 см. Высота изменяется от 13 до 21 метров. Очищаемость от сучьев центрального ряда примерно 10м, крайних рядов приблизительно 7-9 метров.

$$D_{\text{ср}}=18,7 \text{ см}, H_{\text{ср}}=22,9 \text{ м}$$

Деревья центрального ряда характеризуются наиболее высокими значениями диаметров и высот. В центральных рядах сохранность деревьев меньше.

Угнетённых и усыхающих примерно 10 %.

Продолжение приложения А



Рис.6. Лесные культуры сосны обыкновенной в возрасте 39 лет (фото автора, 2012 год)

Продолжение приложения А

ПП № 8

1. Рельеф ровный.
2. Объект расположен в 27 квартале, 1 выделе. Общая площадь 2,5 га.
3. В биогруппах произрастает сосна обыкновенная, на фоне произрастают: осина, дуб черешчатый, берёза пушистая, липа мелколистная, клён остролистный.
4. Подлесок из бересклета, крушины ломкой, лещины средней густоты.
5. Подроста нет.
6. Напочвенный покров представлен осокой волосистой, копытнем европейским, медуницей неясной, купеной лекарственной, ясменником пахучим, звездчаткой ланцетовидной
7. Почва серая лесная супесчаная.
8. Тип лесорастительных условий С₃, тип леса – сосняк дубово-разнотравный.
9. Год закладки 1971.
10. Количество биогрупп на 1 га 230 штук.

Возраст 41 год. Жизнеспособных деревьев 26. Диаметр варьирует от 18 до 31 см. Высота изменяется от 16 до 24 метров. Очищаемость от сучьев центрального ряда примерно 9-10м, крайних рядов приблизительно 7-8 метров.

$$D_{\text{ср}}=20,9 \text{ см}, H_{\text{ср}}=20,1 \text{ м}$$

Деревья центрального ряда характеризуются наиболее высокими значениями диаметров и высот. Однако в крайних рядах также отмечены значительные значения высот и диаметров и зафиксирована максимальная высота.

Угнетённых и усыхающих деревьев не отмечено.

Продолжение приложения А



Рис.7. Лесные культуры сосны обыкновенной в возрасте 41 года (фото автора, 2012 год)

Продолжение приложения А

ПП № 9

1. Рельеф ровный.
2. Объект расположен в 31 квартале, 20 выделе. Общая площадь 6,5 га.
3. В биогруппах произрастает сосна обыкновенная, в фоне произрастают: осина, дуб черешчатый, берёза пушистая берёза повислая, липа мелколистная, клён остролистный.
4. Подлесок из бересклета, крушины ломкой, лещины средней густоты.
5. Подроста нет.
6. Напочвенный покров представлен осокой волосистой, копытнем европейским, медуницей неясной, купеной лекарственной, ясменником пахучим.
7. Почва серая лесная супесчаная.
8. Тип лесорастительных условий С₃, тип леса – сосняк дубово-разнотравный.
9. Год закладки 1966.
10. Количество биогрупп на 1 га 230 штук.

Возраст 46 лет. Жизнеспособных деревьев 26. Диаметр варьирует от 14 до 37 см. Высота изменяется от 16 до 27 метров. Очищаемость от сучьев центрального ряда примерно 9м, крайних рядов приблизительно 8 метров.

$$D_{\text{ср}}=24,3 \text{ см}, H_{\text{ср}}=20,9 \text{ м}$$

Деревья центрального ряда характеризуются наиболее высокими значениями диаметров и высот. Однако в крайних рядах также отмечены значительные значения высот и диаметров и зафиксирована максимальная высота. Процент сохранности деревьев центрального ряда выше.

Угнетённых и усыхающих около 20 %.

Окончание приложения А



Рис.8. Лесные культуры сосны обыкновенной в возрасте 46 лет (фото автора, 2012 год)

Приложение Б

Распределение деревьев био групп по классам роста Крафта

| № пп | D _{ср} , см | H _{ср} , м | N, стволов | Класс Крафта |
|---------------------------|----------------------|---------------------|------------------------|--------------|
| Центральные ряды | | | | |
| 1 | 3,2 | 1,9 | 42 | 1 |
| | 2,4 | 1,5 | | 2 |
| | 1,4 | 0,9 | | 4 |
| | 4,4 | 2,7 | | 1 |
| | 3,5 | 1,9 | | 2 |
| | 2,5 | 1,7 | | 3 |
| | 3,3 | 1,8 | | 1 |
| | 1,4 | 1,3 | | 2 |
| | 3,5 | 1,8 | | 2 |
| | 3,2 | 2,2 | | 3 |
| | 1,0 | 0,3 | | 3 |
| | 1,1 | 2,2 | | 3 |
| | 1,0 | 0,6 | | 4 |
| | 4,0 | 2,1 | | 1 |
| | 4,8 | 1,1 | | 2 |
| | 4,8 | 2,2 | | 1 |
| | 1,5 | 2,3 | | 2 |
| | 2,7 | 1,6 | | 2 |
| | 1,2 | 1,0 | | 3 |
| | 3,4 | 1,5 | | 2 |
| | 1,6 | 1,1 | | 3 |
| | 1,8 | 1,3 | | 1 |
| | 2,0 | 1,2 | | 3 |
| | 1,8 | 1,5 | | 1 |
| | 1,9 | 1,4 | | 1 |
| | 2,9 | 2,0 | | 1 |
| | 2,2 | 2,2 | | 2 |
| | 1,4 | 1,3 | | 3 |
| | 1,0 | 0,3 | | 3 |
| | 1,1 | 2,2 | | 3 |
| | 1,0 | 0,6 | | 4 |
| | 4,0 | 2,1 | | 1 |
| 3,2 | 1,9 | 1 | | |
| 2,4 | 1,5 | 2 | | |
| 1,4 | 0,9 | 4 | | |
| 4,4 | 2,7 | 1 | | |
| 3,5 | 1,9 | 1 | | |
| 2,5 | 1,7 | 3 | | |
| 3,3 | 1,8 | 1 | | |
| 1,4 | 1,3 | 3 | | |
| 3,50 | 1,80 | 3 | | |
| 3,20 | 2,20 | 1 | | |
| Итого: 1-15,2-10,3-13,4-4 | | | 1-36%, 2-24%,3-31%4-9% | |

Продолжение приложения Б

| | | | | |
|----------------------------|------|------|----|---|
| 2 | 2,8 | 2,8 | 31 | 2 |
| | 3,5 | 2,9 | | 1 |
| | 4,0 | 3,1 | | 1 |
| | 4,0 | 3,1 | | 1 |
| | 1,3 | 2,1 | | 2 |
| | 1,6 | 1,8 | | 3 |
| | 3,0 | 3,0 | | 2 |
| | 2,4 | 2,1 | | 3 |
| | 2,6 | 3,0 | | 2 |
| | 2,9 | 3,0 | | 2 |
| | 4,2 | 3,1 | | 1 |
| | 2,1 | 2,0 | | 4 |
| | 1,9 | 1,3 | | 4 |
| | 2,0 | 1,9 | | 2 |
| | 0,9 | 1,7 | | 4 |
| | 3,4 | 2,9 | | 1 |
| | 2,3 | 2,4 | | 2 |
| | 1,8 | 2,3 | | 1 |
| | 3,3 | 2,4 | | 2 |
| | 2,5 | 2,0 | | 2 |
| | 0,9 | 1,6 | | 4 |
| | 1,2 | 0,8 | | 3 |
| | 1,5 | 1,7 | | 3 |
| | 2,0 | 2,0 | | 3 |
| | 1,9 | 1,9 | | 3 |
| | 3,0 | 2,8 | | 2 |
| | 1,4 | 2,1 | | 3 |
| | 2,6 | 2,7 | | 2 |
| 1,4 | 1,7 | 4 | | |
| 2,1 | 1,9 | 4 | | |
| 2,0 | 2,0 | 4 | | |
| Итого: 1-6, 2-11, 3-7, 4-7 | | | | |
| 1-19%, 2-35%, 3-23%, 4-23% | | | | |
| 3 | 7,5 | 7,0 | 30 | 1 |
| | 7,0 | 8,0 | | 2 |
| | 2,0 | 6,0 | | 3 |
| | 12,0 | 9,0 | | 1 |
| | 8,0 | 8,0 | | 2 |
| | 14,0 | 11,8 | | 1 |
| | 12,0 | 11,0 | | 1 |
| | 6,0 | 9,0 | | 4 |
| | 10,0 | 10,0 | | 2 |
| | 7,0 | 8,0 | | 3 |
| | 6,0 | 7,0 | | 3 |
| | 8,0 | 6,0 | | 1 |
| | 5,0 | 5,5 | | 3 |
| | 4,0 | 5,0 | | 4 |
| | 10,0 | 12,0 | | 1 |
| | 12,0 | 12,0 | | 3 |
| 2,0 | 4,0 | 4 | | |

Продолжение приложения Б

| | | | | |
|-------------------------|------|-------------------------|----|---|
| | 4,0 | 5,0 | | 4 |
| | 7,5 | 7,0 | | 1 |
| | 7,0 | 8,0 | | 2 |
| | 2,0 | 6,0 | | 3 |
| | 12,0 | 9,0 | | 1 |
| | 10,0 | 12,0 | | 1 |
| | 12,0 | 12,0 | | 3 |
| | 2,0 | 4,0 | | 4 |
| | 4,0 | 5,0 | | 4 |
| | 12,0 | 11,0 | | 1 |
| | 6,0 | 9,0 | | 4 |
| | 12,0 | 11,0 | | 1 |
| | 6,0 | 9,0 | | 4 |
| Итого: 1-11,2-4,3-7,4-8 | | 1-37%,2-13%,3-23%,4-27% | | |
| 4 | 13,0 | 12,0 | 32 | 1 |
| | 8,0 | 7,0 | | 3 |
| | 5,0 | 6,0 | | 3 |
| | 12,0 | 11,0 | | 1 |
| | 6,0 | 6,0 | | 4 |
| | 10,0 | 11,0 | | 1 |
| | 10,0 | 9,0 | | 1 |
| | 10,0 | 10,0 | | 1 |
| | 7,0 | 9,0 | | 4 |
| | 12,0 | 9,0 | | 2 |
| | 12,0 | 12,0 | | 1 |
| | 8,0 | 7,5 | | 3 |
| | 9,0 | 9,0 | | 1 |
| | 5,0 | 6,0 | | 4 |
| | 12,0 | 13,0 | | 1 |
| | 12,0 | 11,0 | | 1 |
| | 5,0 | 6,0 | | 3 |
| | 12,0 | 12,0 | | 1 |
| | 8,0 | 7,5 | | 3 |
| | 9,0 | 9,0 | | 1 |
| | 9,0 | 9,0 | | 1 |
| | 12,0 | 12,0 | | 1 |
| | 12,0 | 12,0 | | 1 |
| | 10,0 | 9,0 | | 1 |
| | 10,0 | 10,0 | | 1 |
| | 7,0 | 9,0 | | 4 |
| | 12,0 | 12,0 | | 1 |
| | 8,0 | 7,5 | | 3 |
| 9,0 | 9,0 | 1 | | |
| 9,0 | 9,0 | 1 | | |
| 12,0 | 12,0 | 1 | | |
| 12,0 | 12,0 | 1 | | |
| Итого: 1-21,2-1,3-6,4-4 | | 1-67%,2-3%,3-18%,4-12% | | |

Продолжение приложения Б

| | | | | |
|----------------------|------|------|-------------------|---|
| 5 | 9,0 | 8,00 | 30 | 3 |
| | 16,0 | 14,0 | | 3 |
| | 15,0 | 13,0 | | 1 |
| | 9,0 | 10,0 | | 4 |
| | 11,0 | 10,0 | | 1 |
| | 15,0 | 13,0 | | 1 |
| | 12,0 | 11,0 | | 3 |
| | 12,0 | 11,0 | | 3 |
| | 9,0 | 10,0 | | 1 |
| | 6,0 | 7,0 | | 4 |
| | 12,0 | 10,0 | | 3 |
| | 18,0 | 16,0 | | 1 |
| | 9,0 | 10,0 | | 3 |
| | 20,0 | 17,0 | | 1 |
| | 14,0 | 12,0 | | 1 |
| | 16,0 | 14,0 | | 1 |
| | 13,0 | 11,0 | | 1 |
| | 16,0 | 14,0 | | 1 |
| | 9,0 | 10,0 | | 3 |
| | 20,0 | 17,0 | | 1 |
| | 14,0 | 12,0 | | 1 |
| | 20,0 | 17,0 | | 1 |
| | 14,0 | 12,0 | | 1 |
| | 20,0 | 17, | | 1 |
| | 14,0 | 12,0 | | 1 |
| | 9,0 | 10,0 | | 3 |
| | 9,0 | 8,0 | | 3 |
| | 16,0 | 14,0 | | 3 |
| 18,0 | 16,0 | 1 | | |
| 18,0 | 16,0 | 1 | | |
| Итого: 1-18,3-10,4-2 | | | 1-60%, 3-33%,4-7% | |
| 6 | 5,0 | 7,0 | 30 | 4 |
| | 10,0 | 12,0 | | 1 |
| | 2,0 | 5,0 | | 4 |
| | 18,0 | 11,0 | | 1 |
| | 16,0 | 11,0 | | 1 |
| | 13,0 | 12,0 | | 1 |
| | 16,0 | 14,0 | | 1 |
| | 7,0 | 7,5 | | 4 |
| | 16,0 | 12,0 | | 1 |
| | 12,0 | 9,0 | | 3 |
| | 15,0 | 12,0 | | 1 |
| | 15,0 | 11,0 | | 1 |
| | 16,0 | 14,0 | | 2 |
| | 14,0 | 12,0 | | 1 |
| | 11,0 | 9,0 | | 1 |
| | 18,0 | 16,0 | | 1 |
| | 18,0 | 16,0 | | 1 |

Продолжение приложения Б

| | | | | |
|-------------------------|------|-------------------------|----|---|
| | 11,0 | 10,0 | | 4 |
| | 5,0 | 7,0 | | 4 |
| | 10,0 | 12,0 | | 1 |
| | 2,0 | 5,0 | | 4 |
| | 18,0 | 11,0 | | 1 |
| | 16,0 | 11,0 | | 1 |
| | 11,0 | 9,0 | | 1 |
| | 18,0 | 16,0 | | 1 |
| | 18,0 | 16,0 | | 1 |
| | 11,0 | 10,0 | | 4 |
| | 5,0 | 7,0 | | 4 |
| | 10,0 | 12,0 | | 1 |
| | 12,0 | 9,0 | | 2 |
| Итого: 1-19,2-2,3-1,4-8 | | 1-63%,2-6%, 3-3%, 4-28% | | |
| 7 | 22,0 | 28,0 | 34 | 1 |
| | 13,0 | 17,0 | | 3 |
| | 29,0 | 28,0 | | 1 |
| | 18,0 | 21,0 | | 1 |
| | 17,0 | 24,0 | | 1 |
| | 18,0 | 24,5 | | 1 |
| | 23,0 | 28,0 | | 1 |
| | 17,0 | 23,0 | | 1 |
| | 20,0 | 27,0 | | 1 |
| | 21,0 | 22,0 | | 3 |
| | 20,0 | 27,0 | | 1 |
| | 21,0 | 22,0 | | 1 |
| | 20,0 | 27,0 | | 1 |
| | 21,0 | 22,0 | | 1 |
| | 18,0 | 23,0 | | 1 |
| | 11,0 | 18,0 | | 1 |
| | 14,0 | 18,0 | | 1 |
| | 26,0 | 31,0 | | 1 |
| | 17,0 | 24,0 | | 1 |
| | 18,0 | 23,0 | | 1 |
| | 18,0 | 23,0 | | 1 |
| | 11,0 | 18,0 | | 1 |
| | 14,0 | 18,0 | | 1 |
| | 26,0 | 31,0 | | 1 |
| | 17,0 | 24,0 | | 1 |
| | 18,0 | 23,0 | | 1 |
| | 17,0 | 24,0 | | 1 |
| | 18,0 | 23,0 | | 1 |
| | 11,0 | 18,0 | | 1 |
| | 14,0 | 18,0 | | 1 |
| | 26,0 | 31,0 | | 1 |
| | 17,0 | 24,0 | | 1 |
| 18,0 | 23,0 | 1 | | |
| 17,0 | 24,0 | 1 | | |
| Итого: 1-32, 3-2 | | 1-94%, 3-6% | | |

Продолжение приложения Б

| | | | | |
|---------------------|------|-------------------|----|---|
| 8 | 18,0 | 22,7 | 32 | 1 |
| | 18,0 | 21,0 | | 3 |
| | 26,0 | 23,0 | | 1 |
| | 24,0 | 20,0 | | 1 |
| | 22,0 | 21,0 | | 1 |
| | 19,0 | 21,0 | | 1 |
| | 27,0 | 23,0 | | 1 |
| | 19,0 | 21,0 | | 1 |
| | 21,0 | 20, | | 1 |
| | 17,0 | 19,0 | | 1 |
| | 18,0 | 19,0 | | 1 |
| | 18,0 | 22,0 | | 2 |
| | 27,0 | 21,0 | | 1 |
| | 27,0 | 23,0 | | 1 |
| | 19,0 | 21,0 | | 1 |
| | 21,0 | 20,0 | | 1 |
| | 17,0 | 19,0 | | 1 |
| | 18,0 | 19,0 | | 1 |
| | 18,0 | 22,0 | | 2 |
| | 27,0 | 21,0 | | 1 |
| | 19,0 | 18,0 | | 1 |
| | 17,0 | 19,0 | | 1 |
| | 19,0 | 18,0 | | 1 |
| | 18,0 | 19,0 | | 1 |
| | 19,0 | 18,0 | | 1 |
| | 17,0 | 19,0 | | 1 |
| | 19,0 | 18,0 | | 1 |
| | 18,0 | 19,0 | | 1 |
| | 19,0 | 18,0 | | 1 |
| 17,0 | 19,0 | 1 | | |
| 19,0 | 18,0 | 1 | | |
| 17,0 | 19,0 | 1 | | |
| Итого: 1-29,2-2,3-1 | | 1-91%, 2-6%, 3-3% | | |
| 9 | 33,0 | 27,0 | 32 | 1 |
| | 21,0 | 20,0 | | 4 |
| | 31,0 | 26,0 | | 1 |
| | 24,0 | 20,0 | | 1 |
| | 33,0 | 27,0 | | 3 |
| | 21,0 | 20,0 | | 1 |
| | 31,0 | 26,0 | | 3 |
| | 24,0 | 20,0 | | 1 |
| | 33,0 | 27,0 | | 1 |
| | 21,0 | 20,0 | | 1 |
| | 31,0 | 26,0 | | 1 |
| | 24,0 | 20,0 | | 4 |
| | 33,0 | 27,0 | | 1 |
| | 21,0 | 20,0 | | 1 |
| 31,0 | 26,0 | 1 | | |

Продолжение приложения Б

| | | | | |
|--|----------------------|-------------------|----|---|
| | 24,0 | 20,0 | | 1 |
| | 33,0 | 27,0 | | 1 |
| | 21,0 | 20,0 | | 1 |
| | 31,0 | 26,0 | | 1 |
| | 24,0 | 20,0 | | 1 |
| | 33,0 | 27,0 | | 1 |
| | 21,0 | 20,0 | | 4 |
| | 31,0 | 26,0 | | 1 |
| | 24,0 | 20,0 | | 1 |
| | 33,0 | 27,0 | | 3 |
| | 21,0 | 20,0 | | 4 |
| | 31,0 | 26,0 | | 1 |
| | 24,0 | 20,0 | | 1 |
| | 33,0 | 27,0 | | 3 |
| | 21,0 | 20,0 | | 4 |
| | 31,0 | 26,0 | | 1 |
| | 24,0 | 20,0 | | 1 |
| | Итого: 1-23, 3-4,4-4 | 1-73%,3-12%,4-15% | | |
| | Крайние ряды | | | |
| | 2,5 | 1,6 | | 2 |
| | 1,2 | 1,0 | | 1 |
| | 1,2 | 0,9 | | 3 |
| | 2,4 | 1,8 | | 1 |
| | 3,1 | 2,0 | | 1 |
| | 1,6 | 1,2 | | 3 |
| | 3,0 | 1,7 | | 3 |
| | 2,5 | 1,4 | | 3 |
| | 1,7 | 2,6 | | 3 |
| | 1,5 | 1,3 | | 2 |
| | 2,4 | 1,6 | | 1 |
| | 1,8 | 1,3 | | 1 |
| | 3,1 | 1,6 | | 2 |
| | 0,90 | 0,7 | 68 | 3 |
| | 3,2 | 2,1 | | 4 |
| | 2,2 | 1,9 | | 1 |
| | 1,3 | 0,7 | | 1 |
| | 2,7 | 1,7 | | 4 |
| | 0,9 | 0,5 | | 1 |
| | 0,8 | 0,6 | | 4 |
| | 1,6 | 1,1 | | 4 |
| | 0,5 | 0,3 | | 2 |
| | 1,0 | 0,9 | | 4 |
| | 2,7 | 1,4 | | 3 |
| | 2,2 | 1,4 | | 2 |
| | 1,8 | 1,3 | | 1 |
| | 2,8 | 1,6 | | 1 |
| | 1,4 | 0,9 | | 1 |
| | 0,5 | 0,3 | | 4 |

Продолжение приложения Б

| | | | | |
|---------------------------|-----|-----|--|--------------------------|
| | 2,0 | 0,9 | | 4 |
| | 2,0 | 1,2 | | 4 |
| | 1,2 | 1,2 | | 1 |
| | 1,2 | 0,7 | | 3 |
| | 3,0 | 1,7 | | 4 |
| | 5,2 | 3,0 | | 1 |
| | 3,3 | 2,5 | | 3 |
| | 2,2 | 1,7 | | 1 |
| | 2,3 | 1,8 | | 3 |
| | 2,3 | 1,8 | | 1 |
| | 2,4 | 2,1 | | 1 |
| | 3,0 | 1,9 | | 1 |
| | 1,4 | 1,1 | | 3 |
| | 2,5 | 1,6 | | 3 |
| | 1,8 | 1,1 | | 3 |
| | 0,8 | 0,8 | | 4 |
| | 0,6 | 0,8 | | 4 |
| | 3,2 | 2,1 | | 1 |
| | 2,2 | 1,9 | | 1 |
| | 1,3 | 0,7 | | 4 |
| | 2,7 | 1,7 | | 1 |
| | 0,9 | 0,5 | | 4 |
| | 0,8 | 0,6 | | 4 |
| | 1,6 | 1,1 | | 3 |
| | 0,5 | 0,3 | | 4 |
| | 2,5 | 1,6 | | 3 |
| | 1,2 | 1,0 | | 1 |
| | 1,2 | 0,9 | | 3 |
| | 2,4 | 1,8 | | 1 |
| | 3,1 | 2,0 | | 1 |
| | 1,6 | 1,2 | | 3 |
| | 3,0 | 1,7 | | 3 |
| | 2,5 | 1,4 | | 3 |
| | 1,7 | 2,6 | | 3 |
| | 1,5 | 1,3 | | 2 |
| | 2,4 | 1,6 | | 1 |
| | 1,8 | 1,3 | | 2 |
| | 3,1 | 1,6 | | 3 |
| | 0,9 | 0,7 | | 4 |
| Итого: 1-24,2-7,3-21,4-16 | | | | 1-36%,2-10%, 3-31%,4-23% |

Продолжение приложения Б

| | | | | |
|-----|-----|-----|----|---|
| 2 | 0,7 | 1,0 | 53 | 4 |
| | 2,7 | 2,9 | | 2 |
| | 3,2 | 3,1 | | 2 |
| | 3,4 | 3,1 | | 1 |
| | 2,8 | 3,0 | | 2 |
| | 4,4 | 3,1 | | 1 |
| | 1,4 | 1,8 | | 4 |
| | 2,3 | 2,8 | | 2 |
| | 2,3 | 2,9 | | 2 |
| | 3,8 | 3,2 | | 1 |
| | 2,9 | 3,0 | | 2 |
| | 3,2 | 3,0 | | 2 |
| | 3,4 | 3,0 | | 1 |
| | 3,0 | 2,8 | | 2 |
| | 2,9 | 3,0 | | 4 |
| | 3,1 | 2,8 | | 2 |
| | 2,2 | 1,7 | | 2 |
| | 2,0 | 2,1 | | 2 |
| | 3,1 | 2,5 | | 4 |
| | 1,9 | 2,4 | | 2 |
| | 1,4 | 1,6 | | 3 |
| | 2,9 | 3,0 | | 2 |
| | 3,3 | 3,1 | | 1 |
| | 1,3 | 1,8 | | 4 |
| | 2,0 | 2,2 | | 4 |
| | 1,9 | 2,5 | | 2 |
| | 2,1 | 2,8 | | 2 |
| | 5,0 | 3,7 | | 1 |
| | 2,0 | 1,9 | | 4 |
| | 1,0 | 1,7 | | 4 |
| 3,0 | 3,0 | 2 | | |
| 1,9 | 2,4 | 3 | | |
| 1,1 | 1,7 | 3 | | |
| 1,6 | 1,5 | 2 | | |
| 1,4 | 1,3 | 4 | | |
| 1,5 | 2,0 | 2 | | |
| 2,0 | 2,0 | 2 | | |
| 1,6 | 2,1 | 4 | | |
| 2,6 | 2,4 | 2 | | |
| 1,6 | 2,5 | 2 | | |
| 1,0 | 1,2 | 3 | | |
| 1,0 | 0,9 | 4 | | |
| 1,3 | 1,6 | 4 | | |
| 1,5 | 1,0 | 4 | | |
| 2,0 | 2,3 | 3 | | |
| 1,5 | 0,8 | 4 | | |
| 1,4 | 1,0 | 3 | | |
| 1,4 | 1,5 | 3 | | |

Продолжение приложения Б

| | | | | |
|--|------|------|----|---|
| | 0,8 | 1,0 | | 4 |
| | 0,8 | 1,6 | | 4 |
| | 3,7 | 3,6 | | 1 |
| | 2,0 | 2,5 | | 2 |
| | 2,1 | 2,4 | | 3 |
| Итого: 1-7, 2-22,3-8,4-16 1-13%,2-42%,3-15%,4-30% | | | | |
| 3 | 5,0 | 4,0 | 36 | 2 |
| | 12,0 | 9,0 | | 1 |
| | 12,0 | 13,0 | | 1 |
| | 3,0 | 5,0 | | 4 |
| | 15,0 | 10,5 | | 3 |
| | 16,0 | 12,0 | | 1 |
| | 7,0 | 8,0 | | 3 |
| | 13,0 | 12,0 | | 1 |
| | 6,0 | 7,0 | | 3 |
| | 7,0 | 8,0 | | 1 |
| | 11,0 | 12,0 | | 1 |
| | 11,0 | 12,0 | | 3 |
| | 6,0 | 7,5 | | 1 |
| | 1,8 | 2,4 | | 4 |
| | 2,0 | 5,0 | | 4 |
| | 6,0 | 7,0 | | 3 |
| | 10,0 | 11,0 | | 1 |
| | 8,0 | 6,0 | | 3 |
| | 11,0 | 10,0 | | 1 |
| | 5,0 | 4,0 | | 4 |
| | 7,0 | 4,0 | | 4 |
| | 5,0 | 4,0 | | 3 |
| | 12,0 | 9,0 | | 1 |
| | 2,0 | 5,0 | | 4 |
| | 6,0 | 7,0 | | 3 |
| | 10,0 | 11,0 | | 1 |
| | 8,0 | 6,0 | | 3 |
| | 11,0 | 10,0 | | 1 |
| | 5,0 | 4,0 | | 4 |
| | 7,0 | 4,0 | | 4 |
| | 16,0 | 12,0 | | 1 |
| | 7,0 | 8,0 | | 3 |
| 13,0 | 12,0 | 1 | | |
| 16,0 | 12,0 | 1 | | |
| 7,0 | 8,0 | 3 | | |
| 13,0 | 12,0 | 1 | | |
| Итого: 1-16,2-1,3-11,4-8 1-44%,2-3%,3-31%,4-22% | | | | |

Продолжение приложения Б

| | | | | |
|---------------------------------------|------|------|----|---|
| 4 | 14,0 | 13,0 | 32 | 1 |
| | 6,0 | 7,0 | | 4 |
| | 13,0 | 14,0 | | 3 |
| | 12,0 | 12,0 | | 3 |
| | 15,0 | 14,0 | | 1 |
| | 18,0 | 16,0 | | 3 |
| | 17,0 | 16,0 | | 1 |
| | 16,0 | 15,0 | | 1 |
| | 8,0 | 7,0 | | 4 |
| | 16,0 | 14,0 | | 1 |
| | 9,0 | 8,0 | | 1 |
| | 5,0 | 6,0 | | 3 |
| | 4,0 | 5,0 | | 4 |
| | 8,0 | 8,0 | | 4 |
| | 9,0 | 8,0 | | 1 |
| | 10,0 | 9,0 | | 1 |
| | 11,0 | 9,0 | | 1 |
| | 5,0 | 6,0 | | 3 |
| | 11,0 | 9,0 | | 1 |
| | 11,0 | 9,0 | | 1 |
| | 11,0 | 10,0 | | 1 |
| | 8,0 | 8,0 | | 4 |
| | 8,0 | 8,0 | | 4 |
| | 14,0 | 13,0 | | 1 |
| | 6,0 | 7,0 | | 4 |
| | 14,0 | 13,0 | | 1 |
| | 13,0 | 14,0 | | 3 |
| | 12,0 | 12,0 | | 3 |
| 15,0 | 14,0 | 1 | | |
| 6,0 | 7,0 | 4 | | |
| 18,0 | 16,0 | 3 | | |
| 14,0 | 13,0 | 1 | | |
| Итого: 1-16,3-8,4-8 1-50%,3-25%,4-25% | | | | |
| 5 | 7,0 | 8,0 | 31 | 1 |
| | 13,0 | 11,0 | | 1 |
| | 11,0 | 9,0 | | 3 |
| | 4,0 | 5,0 | | 4 |
| | 4,0 | 5,0 | | 4 |
| | 13,0 | 11,0 | | 1 |
| | 18,0 | 15,0 | | 1 |
| | 11,0 | 10,0 | | 3 |
| | 12,0 | 10,0 | | 1 |
| | 13,0 | 12,0 | | 3 |
| | 6,0 | 7,0 | | 4 |
| | 7,0 | 8,0 | | 4 |
| | 11,0 | 12,0 | | 3 |
| | 13,0 | 11,0 | | 1 |
| | 14,0 | 12,0 | | 1 |

Продолжение приложения Б

| | | | | |
|----------------------|------|-------------------|----|---|
| | 15,0 | 17,0 | | 3 |
| | 8,0 | 9,0 | | 4 |
| | 19,0 | 18,0 | | 1 |
| | 16,0 | 14,0 | | 3 |
| | 10,0 | 9,0 | | 4 |
| | 10,0 | 10,0 | | 3 |
| | 14,0 | 12,0 | | 1 |
| | 7,0 | 8,0 | | 1 |
| | 13,0 | 11,0 | | 1 |
| | 11,0 | 9,0 | | 3 |
| | 11,0 | 9,0 | | 3 |
| | 4,0 | 5,0 | | 4 |
| | 4,0 | 5,0 | | 4 |
| | 14,0 | 12,0 | | 1 |
| | 15,0 | 17,0 | | 3 |
| | 8,0 | 9,0 | | 4 |
| Итого: 1-12,3-10,4-9 | | 1-39%,3-32%,4-29% | | |
| 6 | 12,0 | 13,0 | 35 | 1 |
| | 9,0 | 10,0 | | 1 |
| | 10,0 | 10,0 | | 1 |
| | 3,0 | 7,0 | | 4 |
| | 11,0 | 12,0 | | 1 |
| | 9,0 | 9,0 | | 1 |
| | 7,0 | 9,0 | | 3 |
| | 16,0 | 14,0 | | 1 |
| | 16,0 | 12,0 | | 3 |
| | 12,0 | 15,0 | | 1 |
| | 12,0 | 10,0 | | 1 |
| | 10,0 | 9,0 | | 1 |
| | 8,0 | 8,0 | | 3 |
| | 12,0 | 10,0 | | 1 |
| | 8,0 | 9,5 | | 1 |
| | 9,0 | 9,0 | | 1 |
| | 12,0 | 10,0 | | 1 |
| | 11,0 | 9,0 | | 1 |
| | 13,0 | 11,0 | | 1 |
| | 11,0 | 10,0 | | 1 |
| | 11,0 | 9,0 | | 1 |
| | 12,0 | 13,0 | | 1 |
| | 9,0 | 10,0 | | 1 |
| | 10,0 | 10,0 | | 1 |
| | 3,0 | 7,0 | | 4 |
| | 11,0 | 12,0 | | 1 |
| | 9,0 | 9,0 | | 3 |
| | 7,0 | 9,0 | | 1 |
| | 13,0 | 11,0 | | 1 |
| | 11,0 | 10,0 | | 1 |
| 11,0 | 9,0 | 1 | | |

Продолжение приложения Б

| | | | | |
|-----------------------|------|--------------------|----|---|
| | 12,0 | 13,0 | | 1 |
| | 9,0 | 10,0 | | 1 |
| | 12,0 | 13,0 | | 4 |
| | 9,0 | 10,0 | | 1 |
| Итого: 1-28,3-4,4-3 | | 1-80%, 3-11%,4-9% | | |
| 7 | 24,0 | 31,0 | 38 | 1 |
| | 11,0 | 15,0 | | 4 |
| | 14,0 | 16,0 | | 3 |
| | 24,0 | 23,0 | | 1 |
| | 22,0 | 23,0 | | 1 |
| | 16,0 | 26,0 | | 3 |
| | 18,0 | 25,0 | | 1 |
| | 16,0 | 13,0 | | 4 |
| | 21,0 | 22,0 | | 1 |
| | 17,0 | 24,0 | | 1 |
| | 18,0 | 23,0 | | 1 |
| | 24,0 | 31,0 | | 1 |
| | 22,0 | 28,0 | | 1 |
| | 13,0 | 17,0 | | 3 |
| | 11,0 | 15,0 | | 4 |
| | 14,0 | 16,0 | | 3 |
| | 24,0 | 23,0 | | 3 |
| | 29,0 | 28,0 | | 1 |
| | 18,0 | 21,0 | | 1 |
| | 22,0 | 23,0 | | 1 |
| | 17,0 | 24,0 | | 1 |
| | 18,0 | 24,5 | | 1 |
| | 23,0 | 28,0 | | 1 |
| | 16,0 | 26,0 | | 4 |
| | 18,0 | 23,0 | | 1 |
| | 11,0 | 18,0 | | 1 |
| | 14,0 | 18,0 | | 1 |
| | 26,0 | 31,0 | | 1 |
| | 17,0 | 24,0 | | 1 |
| | 18,0 | 23,0 | | 1 |
| 17,0 | 24,0 | 1 | | |
| 18,0 | 23,0 | 1 | | |
| 11,0 | 18,0 | 1 | | |
| 14,0 | 18,0 | 1 | | |
| 26,0 | 31,0 | 1 | | |
| 17,0 | 24,0 | 1 | | |
| 18,0 | 23,0 | 1 | | |
| 17,0 | 24,0 | 1 | | |
| Итого: 1-29, 3-5, 4-4 | | 1-76%, 3-13%,4-11% | | |

Продолжение приложения Б

| | | | | |
|------------------|-------------|------|----|---|
| 8 | 22,0 | 19,0 | 32 | 3 |
| | 19,0 | 18,0 | | 3 |
| | 17,0 | 17,0 | | 1 |
| | 22,0 | 19,0 | | 1 |
| | 19,0 | 18,0 | | 1 |
| | 17,0 | 17,0 | | 3 |
| | 22,0 | 19,0 | | 1 |
| | 19,0 | 18,0 | | 1 |
| | 17,0 | 17,0 | | 1 |
| | 22,0 | 19,0 | | 3 |
| | 19,0 | 18,0 | | 3 |
| | 17,0 | 17,0 | | 1 |
| | 22,0 | 19,0 | | 1 |
| | 19,0 | 18,0 | | 1 |
| | 17,0 | 17,0 | | 1 |
| | 22,0 | 19,0 | | 3 |
| | 19,0 | 18,0 | | 1 |
| | 17,0 | 17,0 | | 1 |
| | 22,0 | 19,0 | | 1 |
| | 19,0 | 18,0 | | 3 |
| | 17,0 | 17,0 | | 3 |
| | 22,0 | 19,0 | | 1 |
| | 19,0 | 18,0 | | 1 |
| | 17,0 | 17,0 | | 1 |
| | 22,0 | 19,0 | | 1 |
| | 19,0 | 18,0 | | 1 |
| | 17,0 | 17,0 | | 1 |
| | 22,0 | 19,0 | | 1 |
| 19,0 | 18,0 | 1 | | |
| 17,0 | 17,0 | 1 | | |
| 22,0 | 19,0 | 1 | | |
| 19,0 | 18,0 | 1 | | |
| Итого: 1-24, 3-8 | 1-75%,3-25% | | | |
| 9 | 36,0 | 26,0 | 38 | 3 |
| | 20,0 | 18,0 | | 1 |
| | 26,0 | 23,0 | | 1 |
| | 19,0 | 18,0 | | 1 |
| | 30,0 | 25,0 | | 1 |
| | 14,0 | 13,0 | | 4 |
| | 26,0 | 23,0 | | 1 |
| | 33,0 | 27,0 | | 3 |
| | 21,0 | 20,0 | | 4 |
| | 31,0 | 26,0 | | 1 |
| | 33,0 | 27,0 | | 3 |
| | 21,0 | 20,0 | | 4 |
| | 31,0 | 26,0 | | 1 |
| | 33,0 | 27,0 | | 3 |

Окончание приложения Б

| | | | | |
|----------------------|------|-------------------|--|---|
| | 21,0 | 20,0 | | 4 |
| | 31,0 | 26,0 | | 1 |
| | 33,0 | 27,0 | | 3 |
| | 21,0 | 20,0 | | 4 |
| | 31,0 | 26,0 | | 1 |
| | 33,0 | 27,0 | | 3 |
| | 21,0 | 20,0 | | 4 |
| | 31,0 | 26,0 | | 1 |
| | 36,0 | 26,0 | | 3 |
| | 20,0 | 18,0 | | 1 |
| | 26,0 | 23,0 | | 1 |
| | 19,0 | 18,0 | | 1 |
| | 30,0 | 25,0 | | 1 |
| | 14,0 | 13,0 | | 4 |
| | 26,0 | 23,0 | | 1 |
| | 33,0 | 27,0 | | 3 |
| | 21,0 | 20,0 | | 4 |
| | 31,0 | 26,0 | | 1 |
| | 24,0 | 20,0 | | 1 |
| | 33,0 | 27,0 | | 3 |
| | 21,0 | 20,0 | | 4 |
| | 31,0 | 26,0 | | 1 |
| | 24,0 | 20,0 | | 1 |
| | 31,0 | 26,0 | | 1 |
| Итого: 1-20, 3-9,4-9 | | 1-52%,3-24%,4-24% | | |

Приложение В

Оценка жизнеспособности деревьев био групп

| № пп | G, см ² | H _{ср} , м | Значение нормированной величины пропорции H/G,% | Жизнеспособность |
|------|--------------------|---------------------|--|------------------|
| 1 | 8,04 | 1,9 | 24 | Очень высокая |
| | 4,52 | 1,5 | 33 | Очень высокая |
| | 1,54 | 0,9 | 58 | Очень высокая |
| | 15,2 | 2,7 | 18 | Очень высокая |
| | 9,62 | 1,9 | 20 | Очень высокая |
| | 4,91 | 1,7 | 35 | Очень высокая |
| | 8,55 | 1,8 | 21 | Очень высокая |
| | 1,54 | 1,3 | 84 | Очень высокая |
| | 9,62 | 1,8 | 19 | Очень высокая |
| | 8,04 | 2,2 | 27 | Очень высокая |
| | 0,78 | 0,3 | 38 | Очень высокая |
| | 0,95 | 2,2 | 232 | Низкая |
| | 0,78 | 0,6 | 77 | Очень высокая |
| | 12,57 | 2,1 | 17 | Очень высокая |
| | 18,1 | 1,1 | 6 | Очень высокая |
| | 18,1 | 2,2 | 12 | Очень высокая |
| | 1,77 | 2,3 | 130 | Высокая |
| | 5,73 | 1,6 | 28 | Очень высокая |
| | 1,13 | 1,0 | 88 | Очень высокая |
| | 9,08 | 1,5 | 17 | Очень высокая |
| | 2,01 | 1,1 | 55 | Очень высокая |
| | 2,55 | 1,3 | 51 | Очень высокая |
| | 3,14 | 1,2 | 38 | Очень высокая |
| | 2,55 | 1,5 | 59 | Очень высокая |
| | 2,84 | 1,4 | 49 | Очень высокая |
| | 6,6 | 2,0 | 30 | Очень высокая |
| | 3,8 | 2,2 | 58 | Очень высокая |
| | 1,54 | 1,3 | 84 | Очень высокая |
| | 0,78 | 0,3 | 38 | Очень высокая |
| | 0,95 | 2,2 | 232 | Низкая |
| | 0,78 | 0,6 | 77 | Очень высокая |
| | 12,57 | 2,1 | 17 | Очень высокая |
| | 8,04 | 1,9 | 24 | Очень высокая |
| 4,52 | 1,5 | 33 | Очень высокая | |
| 1,54 | 0,9 | 58 | Очень высокая | |
| 15,2 | 2,7 | 18 | Очень высокая | |
| 9,62 | 1,9 | 20 | Очень высокая | |
| 4,91 | 1,7 | 35 | Очень высокая | |
| 8,55 | 1,8 | 21 | Очень высокая | |
| 1,54 | 1,3 | 84 | Очень высокая | |
| 9,62 | 1,8 | 19 | Очень высокая | |
| 8,04 | 2,2 | 27 | Очень высокая | |

Продолжение приложения В

| | | | | |
|------|-------|------|---------------|---------------|
| 2 | 6,16 | 2,8 | 45 | Очень высокая |
| | 9,62 | 2,9 | 30 | Очень высокая |
| | 12,57 | 3,1 | 24 | Очень высокая |
| | 12,57 | 3,1 | 24 | Очень высокая |
| | 1,33 | 2,1 | 158 | Высокая |
| | 2,01 | 1,8 | 90 | Очень высокая |
| | 7,07 | 3,0 | 42 | Очень высокая |
| | 4,52 | 2,1 | 46 | Очень высокая |
| | 5,31 | 3,0 | 57 | Очень высокая |
| | 6,6 | 3,0 | 45 | Очень высокая |
| | 13,85 | 3,1 | 22 | Очень высокая |
| | 3,46 | 2,0 | 59 | Очень высокая |
| | 2,84 | 1,3 | 46 | Очень высокая |
| | 3,14 | 1,9 | 61 | Очень высокая |
| | 0,64 | 1,7 | 266 | Очень низкая |
| | 9,08 | 2,9 | 32 | Очень высокая |
| | 4,16 | 2,4 | 58 | Очень высокая |
| | 2,55 | 2,3 | 90 | Очень высокая |
| | 8,55 | 2,4 | 28 | Очень высокая |
| | 4,91 | 2,0 | 41 | Очень высокая |
| | 0,64 | 1,6 | 250 | Низкая |
| | 1,13 | 0,8 | 71 | Очень высокая |
| | 1,77 | 1,7 | 96 | Очень высокая |
| | 3,14 | 2,0 | 64 | Очень высокая |
| | 2,84 | 1,9 | 67 | Очень высокая |
| | 7,07 | 2,8 | 40 | Очень высокая |
| | 1,54 | 2,1 | 136 | Высокая |
| | 5,31 | 2,7 | 51 | Очень высокая |
| | 1,54 | 1,7 | 110 | Очень высокая |
| 3,46 | 1,9 | 55 | Очень высокая | |
| 3,14 | 2,0 | 64 | Очень высокая | |
| 3 | 44,18 | 7,0 | 16 | Очень высокая |
| | 38,48 | 8,0 | 21 | Очень высокая |
| | 3,14 | 6,0 | 191 | Средняя |
| | 113,1 | 9,0 | 8 | Очень высокая |
| | 50,27 | 8,0 | 16 | Очень высокая |
| | 153,9 | 11,8 | 8 | Очень высокая |
| | 113,1 | 11,0 | 10 | Очень высокая |
| | 28,27 | 9,0 | 32 | Очень высокая |
| | 78,54 | 10,0 | 13 | Очень высокая |
| | 38,48 | 8,0 | 21 | Очень высокая |
| | 28,27 | 7,0 | 25 | Очень высокая |
| | 50,27 | 6,0 | 12 | Очень высокая |
| | 19,63 | 5,5 | 28 | Очень высокая |
| | 12,57 | 5,0 | 40 | Очень высокая |
| | 78,54 | 12,0 | 15 | Очень высокая |
| | 113,1 | 12,0 | 11 | Очень высокая |
| | 3,14 | 4,0 | 127 | Высокая |

Продолжение приложения В

| | | | | |
|---|-------|------|-----|---------------|
| | 12,57 | 5,0 | 40 | Очень высокая |
| | 44,18 | 7,0 | 16 | Очень высокая |
| | 38,48 | 8,0 | 21 | Очень высокая |
| | 3,14 | 6,0 | 191 | Средняя |
| | 113,1 | 9,0 | 8 | Очень высокая |
| | 78,54 | 12,0 | 15 | Очень высокая |
| | 113,1 | 12,0 | 11 | Очень высокая |
| | 3,14 | 4,0 | 127 | Высокая |
| | 12,57 | 5,0 | 40 | Очень высокая |
| | 113,1 | 11,0 | 10 | Очень высокая |
| | 28,27 | 9,0 | 32 | Очень высокая |
| | 113,1 | 11,0 | 10 | Очень высокая |
| | 28,27 | 9,0 | 32 | Очень высокая |
| 4 | 132,7 | 12,0 | 9 | Очень высокая |
| | 50,27 | 7,0 | 14 | Очень высокая |
| | 19,63 | 6,0 | 31 | Очень высокая |
| | 113,1 | 11,0 | 10 | Очень высокая |
| | 28,27 | 6,0 | 21 | Очень высокая |
| | 78,54 | 11,0 | 14 | Очень высокая |
| | 78,54 | 9,0 | 11 | Очень высокая |
| | 78,54 | 10,0 | 13 | Очень высокая |
| | 38,48 | 9,0 | 23 | Очень высокая |
| | 113,1 | 9,0 | 8 | Очень высокая |
| | 113,1 | 12,0 | 11 | Очень высокая |
| | 50,27 | 7,5 | 15 | Очень высокая |
| | 63,62 | 9,0 | 14 | Очень высокая |
| | 19,63 | 6,0 | 31 | Очень высокая |
| | 113,1 | 13,0 | 11 | Очень высокая |
| | 113,1 | 11,0 | 10 | Очень высокая |
| | 19,63 | 6,0 | 31 | Очень высокая |
| | 113,1 | 12,0 | 11 | Очень высокая |
| | 50,27 | 7,5 | 15 | Очень высокая |
| | 63,62 | 9,0 | 14 | Очень высокая |
| | 63,62 | 9,0 | 14 | Очень высокая |
| | 113,1 | 12,0 | 11 | Очень высокая |
| | 113,1 | 12,0 | 11 | Очень высокая |
| | 78,54 | 9,0 | 11 | Очень высокая |
| | 78,54 | 10,0 | 13 | Очень высокая |
| | 38,48 | 9,0 | 23 | Очень высокая |
| | 113,1 | 12,0 | 11 | Очень высокая |
| | 50,27 | 7,5 | 15 | Очень высокая |
| | 63,62 | 9,0 | 14 | Очень высокая |
| | 63,62 | 9,0 | 14 | Очень высокая |
| | 113,1 | 12,0 | 11 | Очень высокая |
| | 113,1 | 12,0 | 11 | Очень высокая |

Продолжение приложения В

| | | | | |
|---|-------|------|-----|---------------|
| 5 | 63,62 | 8,0 | 13 | Очень высокая |
| | 201,1 | 14,0 | 7 | Очень высокая |
| | 176,7 | 13,0 | 7 | Очень высокая |
| | 63,62 | 10,0 | 16 | Очень высокая |
| | 95,03 | 10,0 | 11 | Очень высокая |
| | 176,7 | 13,0 | 7 | Очень высокая |
| | 113,1 | 11,0 | 10 | Очень высокая |
| | 113,1 | 11,0 | 10 | Очень высокая |
| | 63,62 | 10,0 | 16 | Очень высокая |
| | 28,27 | 7,0 | 25 | Очень высокая |
| | 113,1 | 10,0 | 9 | Очень высокая |
| | 254,5 | 16,0 | 6 | Очень высокая |
| | 63,62 | 10,0 | 16 | Очень высокая |
| | 314,2 | 17,0 | 5 | Очень высокая |
| | 153,9 | 12,0 | 8 | Очень высокая |
| | 201,1 | 14,0 | 7 | Очень высокая |
| | 132,7 | 11,0 | 8 | Очень высокая |
| | 201,1 | 14,0 | 7 | Очень высокая |
| | 63,62 | 10,0 | 16 | Очень высокая |
| | 314,2 | 17,0 | 5 | Очень высокая |
| | 153,9 | 12,0 | 8 | Очень высокая |
| | 314,2 | 17,0 | 5 | Очень высокая |
| | 153,9 | 12,0 | 8 | Очень высокая |
| | 63,62 | 10,0 | 16 | Очень высокая |
| | 63,62 | 8,0 | 13 | Очень высокая |
| | 201,1 | 14,0 | 7 | Очень высокая |
| | 254,5 | 16,0 | 6 | Очень высокая |
| | 254,5 | 16,0 | 6 | Очень высокая |
| 6 | 19,63 | 7,0 | 36 | Очень высокая |
| | 78,54 | 12,0 | 15 | Очень высокая |
| | 3,14 | 5,0 | 159 | Высокая |
| | 254,5 | 11,0 | 4 | Очень высокая |
| | 201,1 | 11,0 | 5 | Очень высокая |
| | 132,7 | 12,0 | 9 | Очень высокая |
| | 201,1 | 14,0 | 7 | Очень высокая |
| | 38,48 | 7,5 | 19 | Очень высокая |
| | 201,1 | 12,0 | 6 | Очень высокая |
| | 113,1 | 9,0 | 8 | Очень высокая |
| | 176,7 | 12,0 | 7 | Очень высокая |
| | 176,7 | 11,0 | 6 | Очень высокая |
| | 201,1 | 14,0 | 7 | Очень высокая |
| | 153,9 | 12,0 | 8 | Очень высокая |
| | 95,03 | 9,0 | 9 | Очень высокая |
| | 254,5 | 16,0 | 6 | Очень высокая |
| | 254,5 | 16,0 | 6 | Очень высокая |
| | 95,03 | 10,0 | 11 | Очень высокая |

Продолжение приложения В

| | | | | |
|-----|-------|------|---------------|---------------|
| | 19,63 | 7,0 | 36 | Очень высокая |
| | 78,54 | 12,0 | 15 | Очень высокая |
| | 3,14 | 5,0 | 159 | Высокая |
| | 254,5 | 11,0 | 4 | Очень высокая |
| | 201,1 | 11,0 | 5 | Очень высокая |
| | 95,03 | 9,0 | 9 | Очень высокая |
| | 254,5 | 16,0 | 6 | Очень высокая |
| | 254,5 | 16,0 | 6 | Очень высокая |
| | 95,03 | 10,0 | 11 | Очень высокая |
| | 19,63 | 7,0 | 36 | Очень высокая |
| | 78,54 | 12,0 | 15 | Очень высокая |
| | 113,1 | 9,0 | 8 | Очень высокая |
| 7 | 380,1 | 28,0 | 7 | Очень высокая |
| | 132,7 | 17,0 | 13 | Очень высокая |
| | 660,5 | 28,0 | 4 | Очень высокая |
| | 254,5 | 21,0 | 8 | Очень высокая |
| | 227 | 24,0 | 11 | Очень высокая |
| | 254,5 | 24,5 | 10 | Очень высокая |
| | 415,5 | 28,0 | 7 | Очень высокая |
| | 227 | 23,0 | 10 | Очень высокая |
| | 314,2 | 27,0 | 9 | Очень высокая |
| | 346,4 | 22,0 | 6 | Очень высокая |
| | 314,2 | 27,0 | 9 | Очень высокая |
| | 346,4 | 22,0 | 6 | Очень высокая |
| | 314,2 | 27,0 | 9 | Очень высокая |
| | 346,4 | 22,0 | 6 | Очень высокая |
| | 254,5 | 23,0 | 9 | Очень высокая |
| | 95,03 | 18,0 | 19 | Очень высокая |
| | 153,9 | 18,0 | 12 | Очень высокая |
| | 530,9 | 31,0 | 6 | Очень высокая |
| | 227 | 24,0 | 11 | Очень высокая |
| | 254,5 | 23,0 | 9 | Очень высокая |
| | 254,5 | 23,0 | 9 | Очень высокая |
| | 95,03 | 18,0 | 19 | Очень высокая |
| | 153,9 | 18,0 | 12 | Очень высокая |
| | 530,9 | 31,0 | 6 | Очень высокая |
| | 227 | 24,0 | 11 | Очень высокая |
| | 254,5 | 23,0 | 9 | Очень высокая |
| | 227 | 24,0 | 11 | Очень высокая |
| | 254,5 | 23,0 | 9 | Очень высокая |
| | 95,03 | 18,0 | 19 | Очень высокая |
| | 153,9 | 18,0 | 12 | Очень высокая |
| | 530,9 | 31,0 | 6 | Очень высокая |
| | 227 | 24,0 | 11 | Очень высокая |
| | 254,5 | 23,0 | 9 | Очень высокая |
| 227 | 24,0 | 11 | Очень высокая | |

Продолжение приложения В

| | | | | |
|-------|-------|------|---------------|---------------|
| 8 | 254,5 | 22,7 | 9 | Очень высокая |
| | 254,5 | 21,0 | 8 | Очень высокая |
| | 530,9 | 23,0 | 4 | Очень высокая |
| | 452,4 | 20,0 | 4 | Очень высокая |
| | 380,1 | 21,0 | 6 | Очень высокая |
| | 283,5 | 21,0 | 7 | Очень высокая |
| | 572,6 | 23,0 | 4 | Очень высокая |
| | 283,5 | 21,0 | 7 | Очень высокая |
| | 346,4 | 20,0 | 6 | Очень высокая |
| | 227 | 19,0 | 8 | Очень высокая |
| | 254,5 | 19,0 | 7 | Очень высокая |
| | 254,5 | 22,0 | 9 | Очень высокая |
| | 572,6 | 21,0 | 4 | Очень высокая |
| | 572,6 | 23,0 | 4 | Очень высокая |
| | 283,5 | 21,0 | 7 | Очень высокая |
| | 346,4 | 20,0 | 6 | Очень высокая |
| | 227 | 19,0 | 8 | Очень высокая |
| | 254,5 | 19,0 | 7 | Очень высокая |
| | 254,5 | 22,0 | 9 | Очень высокая |
| | 572,6 | 21,0 | 4 | Очень высокая |
| | 283,5 | 18,0 | 6 | Очень высокая |
| | 227 | 19,0 | 8 | Очень высокая |
| | 283,5 | 18,0 | 6 | Очень высокая |
| | 254,5 | 19,0 | 7 | Очень высокая |
| | 283,5 | 18,0 | 6 | Очень высокая |
| | 227 | 19,0 | 8 | Очень высокая |
| | 283,5 | 18,0 | 6 | Очень высокая |
| | 254,5 | 19,0 | 7 | Очень высокая |
| | 283,5 | 18,0 | 6 | Очень высокая |
| | 227 | 19,0 | 8 | Очень высокая |
| 283,5 | 18,0 | 6 | Очень высокая | |
| 227 | 19,0 | 8 | Очень высокая | |
| 9 | 855,3 | 27,0 | 3 | Очень высокая |
| | 346,4 | 20,0 | 6 | Очень высокая |
| | 754,8 | 26,0 | 3 | Очень высокая |
| | 452,4 | 20,0 | 4 | Очень высокая |
| | 855,3 | 27,0 | 3 | Очень высокая |
| | 346,4 | 20,0 | 6 | Очень высокая |
| | 754,8 | 26,0 | 3 | Очень высокая |
| | 452,4 | 20,0 | 4 | Очень высокая |
| | 855,3 | 27,0 | 3 | Очень высокая |
| | 346,4 | 20,0 | 6 | Очень высокая |
| | 754,8 | 26,0 | 3 | Очень высокая |
| | 452,4 | 20,0 | 4 | Очень высокая |
| | 855,3 | 27,0 | 3 | Очень высокая |
| | 346,4 | 20,0 | 6 | Очень высокая |
| | 754,8 | 26,0 | 3 | Очень высокая |
| 452,4 | 20,0 | 4 | Очень высокая | |

Продолжение приложения В

| | | | | |
|--------------|-------|------|---------------|---------------|
| | 855,3 | 27,0 | 3 | Очень высокая |
| | 346,4 | 20,0 | 6 | Очень высокая |
| | 754,8 | 26,0 | 3 | Очень высокая |
| | 452,4 | 20,0 | 4 | Очень высокая |
| | 855,3 | 27,0 | 3 | Очень высокая |
| | 346,4 | 20,0 | 6 | Очень высокая |
| | 754,8 | 26, | 3 | Очень высокая |
| | 452,4 | 20,0 | 4 | Очень высокая |
| | 855,3 | 27,0 | 3 | Очень высокая |
| | 346,4 | 20,0 | 6 | Очень высокая |
| | 754,8 | 26,0 | 3 | Очень высокая |
| | 452,4 | 20,0 | 4 | Очень высокая |
| | 855,3 | 27,0 | 3 | Очень высокая |
| | 346,4 | 20,0 | 6 | Очень высокая |
| | 754,8 | 26,0 | 3 | Очень высокая |
| | 452,4 | 20,0 | 4 | Очень высокая |
| Крайние ряды | | | | |
| 1 | 4,91 | 1,6 | 33 | Очень высокая |
| | 1,13 | 1,0 | 88 | Очень высокая |
| | 1,13 | 0,9 | 80 | Очень высокая |
| | 4,52 | 1,8 | 40 | Очень высокая |
| | 7,55 | 2,0 | 26 | Очень высокая |
| | 2,01 | 1,2 | 60 | Очень высокая |
| | 7,07 | 1,7 | 24 | Очень высокая |
| | 4,91 | 1,4 | 29 | Очень высокая |
| | 2,27 | 2,6 | 115 | Очень высокая |
| | 1,77 | 1,3 | 73 | Очень высокая |
| | 4,52 | 1,6 | 35 | Очень высокая |
| | 2,55 | 1,3 | 51 | Очень высокая |
| | 7,55 | 1,6 | 21 | Очень высокая |
| | 0,64 | 0,7 | 109 | Очень высокая |
| | 8,04 | 2,1 | 26 | Очень высокая |
| | 3,8 | 1,9 | 50 | Очень высокая |
| | 1,33 | 0,7 | 53 | Очень высокая |
| | 5,73 | 1,7 | 30 | Очень высокая |
| | 0,64 | 0,5 | 78 | Очень высокая |
| | 2,01 | 0,6 | 30 | Очень высокая |
| | 2,01 | 1,1 | 55 | Очень высокая |
| | 0,19 | 0,3 | 158 | Высокая |
| | 0,78 | 0,9 | 115 | Очень высокая |
| | 5,73 | 1,4 | 24 | Очень высокая |
| | 3,8 | 1,4 | 37 | Очень высокая |
| | 2,55 | 1,3 | 51 | Очень высокая |
| | 6,16 | 1,6 | 26 | Очень высокая |
| | 1,54 | 0,9 | 58 | Очень высокая |
| | 0,19 | 0,3 | 158 | Высокая |
| | 3,14 | 0,9 | 29 | Очень высокая |
| 3,14 | 1,2 | 38 | Очень высокая | |

Продолжение приложения В

| | | | | |
|---|-------|------|-----|---------------|
| | 1,13 | 1,2 | 106 | Очень высокая |
| | 1,13 | 0,7 | 62 | Очень высокая |
| | 7,07 | 1,7 | 24 | Очень высокая |
| | 21,24 | 3,0 | 14 | Очень высокая |
| | 8,55 | 2,5 | 29 | Очень высокая |
| | 3,8 | 1,7 | 45 | Очень высокая |
| | 4,16 | 1,8 | 43 | Очень высокая |
| | 4,16 | 1,8 | 43 | Очень высокая |
| | 4,52 | 2,1 | 46 | Очень высокая |
| | 7,07 | 1,9 | 27 | Очень высокая |
| | 1,54 | 1,1 | 71 | Очень высокая |
| | 4,91 | 1,6 | 33 | Очень высокая |
| | 2,55 | 1,1 | 43 | Очень высокая |
| | 0,5 | 0,8 | 160 | Высокая |
| | 0,28 | 0,8 | 286 | Очень низкая |
| | 8,04 | 2,1 | 26 | Очень высокая |
| | 3,8 | 1,9 | 50 | Очень высокая |
| | 1,33 | 0,70 | 53 | Очень высокая |
| | 5,73 | 1,7 | 30 | Очень высокая |
| | 0,64 | 0,5 | 78 | Очень высокая |
| | 0,5 | 0,6 | 120 | Очень высокая |
| | 2,01 | 1,1 | 55 | Очень высокая |
| | 0,19 | 0,3 | 158 | Высокая |
| | 4,91 | 1,6 | 33 | Очень высокая |
| | 1,13 | 1,0 | 88 | Очень высокая |
| | 1,13 | 0,9 | 80 | Очень высокая |
| | 4,52 | 1,8 | 40 | Очень высокая |
| | 7,55 | 2,0 | 26 | Очень высокая |
| | 2,01 | 1,2 | 60 | Очень высокая |
| | 7,07 | 1,7 | 24 | Очень высокая |
| | 4,91 | 1,4 | 29 | Очень высокая |
| | 2,27 | 2,6 | 115 | Очень высокая |
| | 1,77 | 1,3 | 73 | Очень низкая |
| | 4,52 | 1,6 | 35 | Очень высокая |
| | 2,55 | 1,3 | 51 | Очень высокая |
| | 7,55 | 1,6 | 21 | Очень высокая |
| | 0,64 | 0,7 | 109 | Очень высокая |
| 2 | 0,38 | 1,0 | 263 | Очень низкая |
| | 5,73 | 2,9 | 51 | Очень высокая |
| | 8,04 | 3,1 | 39 | Очень высокая |
| | 9,08 | 3,1 | 34 | Очень высокая |
| | 6,16 | 3,0 | 49 | Очень высокая |
| | 15,2 | 3,1 | 20 | Очень высокая |
| | 1,54 | 1,8 | 117 | Очень высокая |
| | 4,16 | 2,8 | 67 | Очень высокая |
| | 4,16 | 2,9 | 70 | Очень высокая |
| | 11,34 | 3,2 | 28, | Очень высокая |
| | 6,6 | 3,0 | 45 | Очень высокая |

Продолжение приложения В

| | | | | |
|---|-------|------|-----|---------------|
| | 8,04 | 3,0 | 37 | Очень высокая |
| | 9,08 | 3,0 | 33 | Очень высокая |
| | 7,07 | 2,8 | 40 | Очень высокая |
| | 6,6 | 3,0 | 45 | Очень высокая |
| | 7,55 | 2,8 | 37 | Очень высокая |
| | 3,8 | 1,7 | 45 | Очень высокая |
| | 3,14 | 2,1 | 67 | Очень высокая |
| | 7,55 | 2,5 | 33 | Очень высокая |
| | 2,84 | 2,4 | 85 | Очень высокая |
| | 1,54 | 1,6 | 104 | Очень высокая |
| | 6,6 | 3,0 | 45 | Очень высокая |
| | 8,55 | 3,1 | 36 | Очень высокая |
| | 1,33 | 1,8 | 135 | Очень высокая |
| | 3,14 | 2,2 | 70 | Очень высокая |
| | 2,84 | 2,5 | 88 | Очень высокая |
| | 3,46 | 2,8 | 81 | Очень высокая |
| | 19,63 | 3,7 | 19 | Очень высокая |
| | 3,14 | 1,9 | 61 | Очень высокая |
| | 0,78 | 1,7 | 218 | Низкая |
| | 7,07 | 3,0 | 42 | Очень высокая |
| | 2,84 | 2,4 | 85 | Очень высокая |
| | 0,95 | 1,7 | 180 | Средняя |
| | 2,01 | 1,5 | 75 | Очень высокая |
| | 1,54 | 1,3 | 84 | Очень высокая |
| | 1,77 | 2,0 | 113 | Очень высокая |
| | 3,14 | 2,0 | 64 | Очень высокая |
| | 2,01 | 2,1 | 104 | Очень высокая |
| | 5,31 | 2,4 | 45 | Очень высокая |
| | 2,01 | 2,5 | 124 | Очень высокая |
| | 0,78 | 1,2 | 154 | Высокая |
| | 0,78 | 0,9 | 115 | Очень высокая |
| | 1,33 | 1,6 | 120 | Очень высокая |
| | 1,77 | 1,0 | 57 | Очень высокая |
| | 3,14 | 2,3 | 73 | Очень высокая |
| | 1,77 | 0,8 | 45 | Очень высокая |
| | 1,54 | 1,0 | 65 | Очень высокая |
| | 1,54 | 1,5 | 97 | Очень высокая |
| | 0,5 | 1,0 | 200 | Средняя |
| | 0,5 | 1,6 | 320 | Очень низкая |
| | 10,75 | 3,6 | 34 | Очень высокая |
| | 3,14 | 2,5 | 80 | Очень высокая |
| | 3,46 | 2,4 | 69 | Очень высокая |
| 3 | 113,1 | 9,0 | 8 | Очень высокая |
| | 113,1 | 13,0 | 11 | Очень высокая |
| | 7,07 | 5,0 | 71 | Очень высокая |
| | 176,7 | 10,5 | 6 | Очень высокая |
| | 201,1 | 12,0 | 6 | Очень высокая |
| | 38,48 | 8,0 | 21 | Очень высокая |

Продолжение приложения В

| | | | | |
|---|-------|------|-----|---------------|
| | 132,7 | 12,0 | 9 | Очень высокая |
| | 28,27 | 7,0 | 25 | Очень высокая |
| | 38,48 | 8,0 | 21 | Очень высокая |
| | 95,03 | 12,0 | 13 | Очень высокая |
| | 95,03 | 12,0 | 13 | Очень высокая |
| | 28,27 | 7,5 | 27 | Очень высокая |
| | 2,55 | 2,4 | 94 | Очень высокая |
| | 3,14 | 5,0 | 159 | Средняя |
| | 28,27 | 7,0 | 25 | Очень высокая |
| | 78,54 | 11,0 | 14 | Очень высокая |
| | 50,27 | 6,0 | 12 | Очень высокая |
| | 95,03 | 10,0 | 11 | Очень высокая |
| | 19,63 | 4,0 | 20 | Очень высокая |
| | 38,48 | 4,0 | 10 | Очень высокая |
| | 19,63 | 4,0 | 20 | Очень высокая |
| | 113,1 | 9,0 | 8 | Очень высокая |
| | 3,14 | 5,0 | 159 | Средняя |
| | 28,27 | 7,0 | 25 | Очень высокая |
| | 78,54 | 11,0 | 14 | Очень высокая |
| | 50,27 | 6,0 | 12 | Очень высокая |
| | 95,03 | 10,0 | 11 | Очень высокая |
| | 19,63 | 4,0 | 20 | Очень высокая |
| | 38,48 | 4,0 | 10 | Очень высокая |
| | 201,1 | 12,0 | 6 | Очень высокая |
| | 38,48 | 8,0 | 21 | Очень высокая |
| | 132,7 | 12,0 | 9 | Очень высокая |
| | 201,1 | 12,0 | 6 | Очень высокая |
| | 38,48 | 8,0 | 21 | Очень высокая |
| | 132,7 | 12,0 | 9 | Очень высокая |
| | 113,1 | 9,0 | 8 | Очень высокая |
| 4 | 153,9 | 13,0 | 8 | Очень высокая |
| | 28,27 | 7,0 | 25 | Очень высокая |
| | 132,7 | 14,0 | 11 | Очень высокая |
| | 113,1 | 12,0 | 11 | Очень высокая |
| | 176,7 | 14,0 | 8 | Очень высокая |
| | 254,5 | 16,0 | 6 | Очень высокая |
| | 227 | 16,0 | 7 | Очень высокая |
| | 201,1 | 15,0 | 7 | Очень высокая |
| | 50,27 | 7,0 | 14 | Очень высокая |
| | 201,1 | 14,0 | 7 | Очень высокая |
| | 63,62 | 8,0 | 13 | Очень высокая |
| | 19,63 | 6,0 | 31 | Очень высокая |
| | 12,57 | 5,0 | 40 | Очень высокая |
| | 50,27 | 8,0 | 16 | Очень высокая |
| | 63,62 | 8,0 | 13 | Очень высокая |
| | 78,54 | 9,0 | 11 | Очень высокая |
| | 95,03 | 9,0 | 9 | Очень высокая |
| | 19,63 | 6,0 | 31 | Очень высокая |

Продолжение приложения В

| | | | | |
|-------|-------|------|---------------|---------------|
| | 11,00 | 9,0 | 82 | Очень высокая |
| | 11,00 | 9,0 | 82 | Очень высокая |
| | 11,00 | 10,0 | 91 | Очень высокая |
| | 8,00 | 8,0 | 100 | Очень высокая |
| | 8,00 | 8,0 | 100 | Очень высокая |
| | 14,00 | 13,0 | 93 | Очень высокая |
| | 6,00 | 7,0 | 117 | Очень высокая |
| | 14,00 | 13,0 | 93 | Очень высокая |
| | 13,00 | 14,0 | 108 | Очень высокая |
| | 12,00 | 12,0 | 100 | Очень высокая |
| | 15,00 | 14,0 | 93 | Очень высокая |
| | 6,00 | 7,0 | 117 | Очень высокая |
| | 18,00 | 16,0 | 89 | Очень высокая |
| | 14,00 | 13,0 | 93 | Очень высокая |
| 5 | 38,48 | 8,0 | 21 | Очень высокая |
| | 132,7 | 11,0 | 8 | Очень высокая |
| | 95,03 | 9,0 | 9 | Очень высокая |
| | 12,57 | 5,0 | 40 | Очень высокая |
| | 12,57 | 5,0 | 40 | Очень высокая |
| | 132,7 | 11,0 | 8 | Очень высокая |
| | 254,5 | 15,0 | 6 | Очень высокая |
| | 95,03 | 10,0 | 11 | Очень высокая |
| | 113,1 | 10,0 | 9 | Очень высокая |
| | 132,7 | 12,0 | 9 | Очень высокая |
| | 28,27 | 7,0 | 25 | Очень высокая |
| | 38,48 | 8,0 | 21 | Очень высокая |
| | 95,03 | 12,0 | 13 | Очень высокая |
| | 132,7 | 11,0 | 8 | Очень высокая |
| | 153,9 | 12,0 | 8 | Очень высокая |
| | 176,7 | 17,0 | 10 | Очень высокая |
| | 50,27 | 9,0 | 18 | Очень высокая |
| | 283,5 | 18,0 | 6 | Очень высокая |
| | 201,1 | 14,0 | 7 | Очень высокая |
| | 78,54 | 9,0 | 11 | Очень высокая |
| | 78,54 | 10,0 | 13 | Очень высокая |
| | 153,9 | 12,0 | 8 | Очень высокая |
| | 38,48 | 8,0 | 21 | Очень высокая |
| | 132,7 | 11,0 | 8 | Очень высокая |
| | 95,03 | 9,0 | 9 | Очень высокая |
| | 95,03 | 9,0 | 9 | Очень высокая |
| | 12,57 | 5,0 | 40 | Очень высокая |
| | 12,57 | 5,0 | 40 | Очень высокая |
| 153,9 | 12,0 | 8 | Очень высокая | |
| 176,7 | 17,0 | 10 | Очень высокая | |
| 50,27 | 9,0 | 18 | Очень высокая | |

Продолжение приложения В

| | | | | |
|-------|-------|------|---------------|---------------|
| 6 | 113,1 | 13,0 | 11 | Очень высокая |
| | 63,62 | 10,0 | 6 | Очень высокая |
| | 78,54 | 10,0 | 13 | Очень высокая |
| | 7,07 | 7,0 | 99 | Очень высокая |
| | 95,03 | 12,0 | 13 | Очень высокая |
| | 63,62 | 9,0 | 14 | Очень высокая |
| | 38,48 | 9,0 | 23 | Очень высокая |
| | 201,1 | 14,0 | 7 | Очень высокая |
| | 201,1 | 12,0 | 6 | Очень высокая |
| | 113,1 | 15,0 | 13 | Очень высокая |
| | 113,1 | 10,0 | 9 | Очень высокая |
| | 78,54 | 9,0 | 11 | Очень высокая |
| | 50,27 | 8,0 | 16 | Очень высокая |
| | 113,1 | 10,0 | 9 | Очень высокая |
| | 50,27 | 9,5 | 19 | Очень высокая |
| | 63,62 | 9,0 | 14 | Очень высокая |
| | 113,1 | 10,0 | 9 | Очень высокая |
| | 95,03 | 9,0 | 9 | Очень высокая |
| | 132,7 | 11,0 | 8 | Очень высокая |
| | 95,03 | 10,0 | 11 | Очень высокая |
| | 95,03 | 9,0 | 9 | Очень высокая |
| | 113,1 | 13,0 | 11 | Очень высокая |
| | 63,62 | 10,0 | 16 | Очень высокая |
| | 78,54 | 10,0 | 13 | Очень высокая |
| | 7,07 | 7,0 | 99 | Очень высокая |
| | 95,03 | 12,0 | 13 | Очень высокая |
| | 63,62 | 9,0 | 14 | Очень высокая |
| | 38,48 | 9,0 | 23 | Очень высокая |
| | 132,7 | 11,0 | 8 | Очень высокая |
| | 95,03 | 10,0 | 11 | Очень высокая |
| | 95,03 | 9,0 | 9 | Очень высокая |
| | 113,1 | 13,0 | 11 | Очень высокая |
| 63,62 | 10,0 | 16 | Очень высокая | |
| 113,1 | 13,0 | 11 | Очень высокая | |
| 63,62 | 10,0 | 16 | Очень высокая | |
| 7 | 452,4 | 31,0 | 7 | Очень высокая |
| | 95,03 | 15,0 | 16 | Очень высокая |
| | 153,9 | 16,0 | 10 | Очень высокая |
| | 452,4 | 23,0 | 5 | Очень высокая |
| | 380,1 | 23,0 | 6 | Очень высокая |
| | 201,1 | 26,0 | 13 | Очень высокая |
| | 254,5 | 25,0 | 10 | Очень высокая |
| | 201,1 | 13,0 | 6 | Очень высокая |
| | 346,4 | 22,0 | 6 | Очень высокая |
| | 227 | 24,0 | 11 | Очень высокая |
| | 254,5 | 23,0 | 9 | Очень высокая |

Продолжение приложения В

| | | | | |
|---|-------|------|---|---------------|
| | 283,5 | 18,0 | 6 | Очень высокая |
| | 227 | 17,0 | 7 | Очень высокая |
| | 380,1 | 19,0 | 5 | Очень высокая |
| | 283,5 | 18,0 | 6 | Очень высокая |
| | 227 | 17,0 | 7 | Очень высокая |
| | 380,1 | 19,0 | 5 | Очень высокая |
| | 283,5 | 18,0 | 6 | Очень высокая |
| | 227 | 17,0 | 7 | Очень высокая |
| | 380,1 | 19,0 | 5 | Очень высокая |
| | 283,5 | 18,0 | 6 | Очень высокая |
| | 227 | 17,0 | 7 | Очень высокая |
| | 380,1 | 19,0 | 5 | Очень высокая |
| | 283,5 | 18,0 | 6 | Очень высокая |
| 9 | 1018 | 26,0 | 3 | Очень высокая |
| | 314,2 | 18,0 | 5 | Очень высокая |
| | 530,9 | 23,0 | 4 | Очень высокая |
| | 283,5 | 18,0 | 6 | Очень высокая |
| | 700,9 | 25,0 | 4 | Очень высокая |
| | 153,9 | 13,0 | 8 | Очень высокая |
| | 530,9 | 23,0 | 4 | Очень высокая |
| | 855,3 | 27,0 | 3 | Очень высокая |
| | 346,4 | 20,0 | 6 | Очень высокая |
| | 754,8 | 26,0 | 3 | Очень высокая |
| | 855,3 | 27,0 | 3 | Очень высокая |
| | 346,4 | 20,0 | 6 | Очень высокая |
| | 754,8 | 26,0 | 3 | Очень высокая |
| | 855,3 | 27,0 | 3 | Очень высокая |
| | 346,4 | 20,0 | 6 | Очень высокая |
| | 754,8 | 26,0 | 3 | Очень высокая |
| | 855,3 | 27,0 | 3 | Очень высокая |
| | 346,4 | 20,0 | 6 | Очень высокая |
| | 754,8 | 26,0 | 3 | Очень высокая |
| | 855,3 | 27,0 | 3 | Очень высокая |
| | 346,4 | 20,0 | 6 | Очень высокая |
| | 754,8 | 26,0 | 3 | Очень высокая |
| | 1018 | 26,0 | 3 | Очень высокая |
| | 314,2 | 18,0 | 6 | Очень высокая |
| | 530,9 | 23,0 | 4 | Очень высокая |
| | 283,5 | 18,0 | 6 | Очень высокая |
| | 700,9 | 25,0 | 4 | Очень высокая |
| | 153,9 | 13,0 | 8 | Очень высокая |
| | 530,9 | 23,0 | 4 | Очень высокая |
| | 855,3 | 27,0 | 3 | Очень высокая |
| | 346,4 | 20,0 | 6 | Очень высокая |
| | 754,8 | 26,0 | 3 | Очень высокая |

Окончание приложения В

| | | | | |
|--|-------|------|---|---------------|
| | 452,4 | 20,0 | 4 | Очень высокая |
| | 855,3 | 27,0 | 3 | Очень высокая |
| | 346,4 | 20,0 | 6 | Очень высокая |
| | 754,8 | 26,0 | 3 | Очень высокая |
| | 452,4 | 20,0 | 4 | Очень высокая |
| | 754,8 | 26,0 | 3 | Очень высокая |